GEOMETRIE FÜR KÜNSTLER UND HANDWERKER ... MIT ... FIGUREN...

Theodor RAETZ



Geometrie

für

Künstler und Handwerker

insbesondere für

Architekten, Böttcher, Gürtler, Klempner, Kupferschmiede, Maurer, Mechaniker, Schlosser, Silberarbeiter, Steinmetz, Tischler, Zeugschmiede, Zimmerleute u. m. A.

Ein

Lehrbuch zum Selbstunterricht

von

Theodor Raetz, K
praktischem Zeichnenlehrer 2c.

Mit 356 Figuren auf 20 lithographirten Tafeln.

Zweite verbesserte und vermehrte Auflage.

Berlin, 1841.
In Commission bei C. Heymann.


BRITISH MUSEUM

Vorwort.

Bei den vielen geometrischen Werken, welche bis jetzt erschienen, fehlte es dennoch an einem, in welchem für Künstler und Handwerker, deren Vorkenntnisse nur gering sind, der Gegenstand allgemein verständlich behandelt ist; daher der größte Theil derselben in jenen Werken das nicht findet, was er eigentlich sucht.

Da nur der, welcher einem Gewerbe angehört, in dessen Betriebe geometrische Zeichnungen häufig ihre Anwendung finden, die Art derselben mit mehr Treue und Verständlichkeit für seine Fachgenossen, und bei weiter vorgeschrittener Ausbildung auch die Bedürfnisse solcher Zeichnungen in anderen Fächern kennen gelernt hat und sie in populärerer Weise vortragen kann, so entschloß ich mich zur Herausgabe eines solchen Werkes, indem ich den Mangel desselben zur Ausbildung der Gehülfen und Lehrlinge erkannte, und

glaubte dies um so mehr wagen zu dürfen, da ich schon seit mehreren Jahren Unterricht im geometrischen Zeichnen ertheilt habe und während dieser Zeit die nöthigsten Bedürfnisse verschiedener Gewerbe kennen zu lernen bemüht war.

Ich ordnete in diesem Werke die Gegenstände in solcher Reihenfolge, wie ich glaubte, daß sie zur Anwendung in den verschiedenen Gewerben und Kunstfächern am zweckmäßigsten wären; daß ich hierbei von der gewöhnlichen Form der geometrischen Lehrbücher abgewichen, wird von Sachverständigen hoffentlich nicht gemißbilligt werden.

Die Kunst des geometrischen Zuschneidens wurde vor einigen Jahren noch sehr geheim gehalten, es bot sich also höchst selten eine günstige Gelegenheit dar, dieselbe in ihrem ganzen Umfange zu erlernen. Obgleich nun seit einiger Zeit in mehreren großen Städten Deutschlands Unterricht über diesen Gegenstand ertheilt worden, Jedermann aber nicht in den Stand gesetzt ist, denselben zu besuchen, so schien mir die Bearbeitung eines Werkes, in welchem diese Kunst gelehrt und so die Kenntniß derselben mehr allgemein verbreitet wird, zeitgemäß. Die Zeichnungen, die auf die

geometrische Zuschneidekunst Bezug haben, so wie mehrere andere, welche in diesem Werke enthalten sind, wurden von mir selbst entworfen nnd haben sich durch eigene praktische Versuche als richtig und dem Zweck vollkommen entsprechend bewährt.

Auch diejenigen, welche sich schon höhere Kenntnisse in der Mathematik erworben haben, werden dieses Werk nicht ohne einigen Nutzen aus der Hand legen; eben so wird es den Lehrern im Zeichnen, da sie nicht immer mit den Bedürfnissen der Gewerbe und Künste genau bekannt sind, beim Unterricht eine Erleichterung gewähren. Uebrigens hoffe ich, daß Jeder, der sich die Elemente im Zeichnen erworben und ein gutes Auffassungsvermögen besitzt, bei fleißigem Durchlesen des Buches und eigenem Arbeiten nach der gegebenen Anleitung sich die auf sein Gewerbe bezügliche Geometrie zu eigen machen und die nöthige Fertigkeit in der von dieser abhängigen Operation erwerben wird.

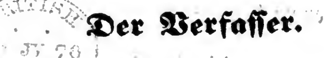
Berlin, im Januar 1841.

Der Verfasser.

Vorwort
zur zweiten Auflage.

Daß in einem Zeitraume von 6 Monaten die nicht unbedeutende 1ste Auflage dieses Werkes vergriffen war, ist ein Beweis, daß dasselbe von den Gewerbtreibenden, welchen es vorzugsweise gewidmet, beifällig aufgenommen wurde. Diese Anerkennung legte mir die Verpflichtung auf, die 1ste Auflage einer genauen Prüfung zu unterwerfen und die zweite berichtigt, wo mir dies nöthig schien, und mit Zusätzen vermehrt erscheinen zu lassen.

Berlin, im August 1841.



Der Verfasser.

Inhalt.

Seite

Seite

Anfangsgründe der Geometrie.

Die Geometrie (Raumgrößenlehre) beschäftigt sich mit dem Ausmessen der Linien, Winkel, Flächen und Körper.

Ein Körper ist ein Raum der von allen Seiten begrenzt wird, die Begrenzung desselben nennt man Flächen und die Grenzen einer Fläche heißen Linien.

Ein geometrischer Punkt ist der Anfang und das Ende einer Linie, und hat im eigentlichen Sinne betrachtet, gar keine Ausdehnung, daher kann man sich den Punkt auch nur im Gedanken vorstellen.

Eine Reihe von Punkten bildet eine Linie; die Linie hat keine Breite, sondern ist blos die Grenze einer Fläche.

Es giebt nur zwei Arten von Linien, nämlich die gerade und die runde Linie. Eine gerade Linie giebt den kürzesten Weg von einem Punkt zum andern.

Hinsichtlich ihrer Lage erhalten die geraden Linien verschiedene Benennungen:

1) senkrechte (lothrechte) Linien, welche nach der Richtung des Senkbleis gezogen werden,

2) wagerechte (horizontale) Linien, die in gerader Richtung fortlaufen, und sich nicht auf noch abwärts neigen;

3) schiefe Linien sind die, welche sich nach einer Seite auf- oder abwärts neigen.

Gerade Linien, die selbst bis ins Unendliche verlängert sich nicht schneiden, das heißt in allen ihren Punkten gleich weit von einander entfernt stehen, werden Parallellinien genannt.

Unter den runden Linien ist die Kreislinie die vorzüglichste, weil sie zur Zeichnung der meisten Figuren gebraucht wird.

Der Kreis, oder nach dem Lateinischen, der Cirkel (Circulus), ist eine in sich zurücklaufende runde Linie, welche überall gleich weit von einem Punkte entfernt steht. Dieser Punkt wird der Mittelpunkt (Centrum) des Kreises genannt. Diejenige runde Linie, welche den Kreis beschreibt, heißt der Umkreis (Peripherie). Jede gerade Linie, welche durch den Mittelpunkt geht und auf beiden Seiten im Umkreise endigt, nennt man den Durchmesser (Diameter). Der halbe Durchmesser, der von dem Mittelpunkte bis zu einem Punkt des Umkreises geht, heißt der Halbmesser (Radius). Eine gerade Linie, welche mit ihren beiden Endpunkten bis in den Umfang des Kreises reicht, und dabei nicht durch den Mittelpunkt geht, heißt eine Sehne (Korde). Jede gerade Linie, welche den Umkreis in einem Punkte berührt, ohne sie, bei beliebiger Verlängerung, zu durchschneiden; nennt man eine Berührungslinie (Tangente), und die Linie, welche durch Verlängerung des Halbmessers bis zur Durchschneidung der Tangente entsteht, heißt die Schneidlinie (Sekante). In (Fig. 1.) sind diese Linien angedeutet.

Der Durchmesser theilt den Kreis in zwei einander gleiche Theile; ein solcher Theil heißt der Halbkreis, die gleiche Hälfte des Halbkreises ist ein Viertelkreis (Quadrant). Jeder Theil des Umkreises, wie groß er auch sei, wird ein Bogen genannt.

Concentrische Kreise nennt man diejenigen welche, einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt haben. Die concentrischen Kreise stehen nach den Halbmessern überall gleich weit von

einander. Excentrische Kreise nennt man die, welche einen verschiedenen Mittelpunkt haben.

Der Kreis wird in 360 einander gleiche Theile getheilt, welche Grade genannt werden. Ein jeder Grad wird, wie die Stunden der Zeit, wieder in 60 Minuten, und eine Minute in 60 Sekunden eingetheilt.

Das Zeichen der Grade ist eine kleine Null, das der Minuten ein Strich, das der Sekunden zwei Striche in der Höhe der Ziffern rechts. Z. B. $12^{\circ}\ 34'\ 16''$, für 12 Grade, 34 Minuten, 16 Sekunden.

Der Halbkreis hat 180, der Viertelkreis 90 und der Achtelkreis 45 Grade.

Wenn zwei gegen einander schräg laufende Linien sich in einem Punkte berühren, so bilden sie einen Winkel. Die beiden zusammenstoßenden Linien nennt man Schenkel; und den Punkt wo sie zusammenstoßen, den Scheitelpunkt oder die Spitze des Winkels.

Ein Winkel, dessen einer Schenkel an dem andern senkrecht steht, ist ein rechter Winkel. (Fig. 2.) Jeder Winkel, der kleiner ist, als ein rechter, heißt ein spitzer Winkel. (Fig. 3.) ist ein spitzer Winkel; jeder spitze Winkel hat unter 90 Grade. Ein jeder Winkel, der größer ist als ein rechter, wird ein stumpfer Winkel genannt. (Fig. 4.) ist ein stumpfer Winkel, jeder stumpfe Winkel hat mehr als 90, und weniger denn 180 Grade.

Wenn auf einer geraden Linie zwischen ihren Endpunkten eine andere steht, so entstehen zwei Winkel, welche Nebenwinkel genannt werden.

In Fig. 5. steht die Linie cd auf der Linie acb zwischen ihren Endpunkten a und b, beide bilden nun die Nebenwinkel acd und dcb; zwei Nebenwinkel haben zusammen 180 Grade.

Wenn sich zwei gerade Linien einander schräg durchkreuzen, so entstehen vier Winkel, welche Scheitel- oder Vertikalwinkel genannt werden. In der Fig. 6. sind ouxy

Scheitelwinkel. Die vier Scheitelwinkel geben vier Nebenwinkel, folglich halten alle vier Scheitelwinkel zusammen 360 Grade.

Der Transporteur ist ein aus Messing gearbeiteter Halbkreis, der in 180 Grade getheilt ist; dieses Instruments bedient man sich, um die Winkel zu messen und nach der Anzahl ihrer Grade auf das Papier aufzutragen; will man den Transporteur auf Papier oder Pappe construiren, so verfährt man folgendermaßen:

Man zieht (Fig. 7.) die beiden parallel Linien a b und d c, durchschneidet sie durch die senkrechten Linien a d und b c, und beschreibt aus der Mitte e der Linie a b vier concentrische Halbkreise, jedoch so, daß der Raum zwischen denselben immer kleiner wird, je größer die Halbmesser genommen werden, und der Halbmesser des äußersten Halbkreises kleiner ist, als die Entfernung von c a. Hierauf theilt man jeden der beiden äußersten Viertelkreise (Quadranten) in drei gleiche Theile, und jeden dieser wieder in drei gleiche Theile. Aus den hierdurch erhaltenen siebenzehn Theilpunkten zieht man nun Linien, welche alle auf e gerichtet sind, durch die vier concentrische Halbkreise, und setzt an die Punkte, in welchen diese Linien die beiden kleineren Halbkreise schneiden, die Zahlen von 180 bis 0, von 10 zu 10, oberhalb des innersten Halbkreises von der linken zur rechten Hand, und von 0 bis 180, unterhalb des darauf folgenden, wie die Figur zeigt. Hierauf halbirt man die Bogen von 10° des äußersten Halbkreises, und zieht durch die Theilpunkte Linien, die gleichfalls auf e gerichtet sind, aber nur bis zum dritten Halbkreise gehen dürfen. Diese drei Halbkreise werden dadurch von fünf zu fünf Graden eingetheilt seyn. Nach diesen theilt man den äußersten Halbkreis von Grad zu Grad ein, und zieht durch diese Theilpunkte zwischen den äußersten Halbkreisen Linien, welche auch auf e gerichtet sind. Der Mittelpunkt e ist durch einen kleinen Einschnitt zu bemerken.

Soll nun ein Winkel vermittelst des Transporteurs gemessen werden, so macht man die Schenkel des Winkels größer, als der Halbmesser des Transporteurs ist, entweder daß man sie verlängert, oder, wo dieses nicht wohl angeht, wenigstens dadurch, daß man ihre Verlängerung durch Punkte bemerkt. Legt man nun den Transporteur so an den Winkel, daß sein Mittelpunkt c genau in die Spitze des Winkels fällt, der eine Schenkel aber auf den Punkt 0 des Transporteurs gerichtet ist, so zeigt der andere Schenkel die Größe des Winkels.

Bei einem andern Verfahren zieht man von den beiden Endpunkten des Bogens cb (Fig. 8.) eine Sehne, wodurch dann auch die Größe des Winkels bestimmt wird. Weiß man also die Länge der Sehne, so kann der Winkel auch ohne Transporteur genau aufgetragen werden.

Eine Fläche nennt man in der Geometrie denjenigen Raum, welcher von allen Seiten durch Linien begrenzt wird. Diese Linien nennt man einzeln die Seiten. Nach der Anzahl der Seiten und der durch sie gebildeten Winkel unterscheidet man Dreiecke, Vierecke und Vielecke, welche mehr als vier Seiten haben. Regulär heißen diese Figuren, wenn eine Gleichheit in den Seiten und Winkeln stattfindet.

Ein Dreieck ist nach den Seiten und Winkeln verschieden. Jedes Dreieck hat wenigstens zwei spitze Winkel. Drei Winkel eines jeden Dreiecks haben zusammen 180 Grade. Auch kann jedes Dreieck von einem Kreise dergestalt umzogen werden, daß es der Kreis in drei Scheitelpunkten berührt.

Das gleichseitige (reguläre) Dreieck hat drei einander gleiche Seiten und drei einander gleiche Winkel, jeden von 60 Graden. Das Dreieck abc (Fig. 9.) ist ein gleichseitiges.

Das gleichschenklichte Dreieck hat nur zwei einander gleiche Seiten und Winkel, folglich eine Seite und einen

Winkel von anderer Länge und Größe. Fig. 10. ist ein gleichschenklichtes Dreieck.

Ein ungleichseitiges Dreieck hat weder zwei einander gleiche Seiten, noch Winkel, sondern Seiten und Winkel sind ungleich. Fig. 11. ist ein ungleichseitiges Dreieck.

In Hinsicht der Winkel ist noch Folgendes zu bemerken: Ist in dem Dreieck ein rechter Winkel, so heißt dasselbe ein rechtwinklichtes (Fig. 12.); befinden sich darin drei spitze Winkel so wird es ein spitzwinklichtes, (Fig. 13.) und enthält es einen stumpfen Winkel, ein stumpfwinklichtes Dreieck (Fig. 14.) genannt.

Eine Figur von vier Seiten nennt man ein Viereck. Jedes Viereck kann verschoben werden, das heißt, bei der Beibehaltung der Seiten können die Winkel verändert werden, und es entsteht eine andere Figur; zieht man von einem Winkel eines Viereckes eine Linie in den gegenüberstehenden, so theilt diese das Viereck in zwei Dreiecke, und diese Linie wird die Diagonallinie genannt.

Bei jedem Viereck beachtet man vorzüglich die Parallele der Seiten, da jedes Viereck, bei den zwei Seiten gegen einander parallel stehen, ein Parallelogram heißt.

Sind in einem Vierecke alle Seiten gleich und alle Winkel rechte Winkel, so heißt das Viereck ein Quadrat. Fig. 15. ist ein Quadrat welches mit einer Diagonallinie durchzogen ist.

Die gleichseitige Raute, oder der Rhombus genannt, (Fig. 16.) ist ein verschobenes Quadrat, dasselbe hat vier gleiche Seiten; aber nur die zwei gegenüberstehenden Winkel sind einander gleich.

Die länglichte Raute, oder die Rhomboide genannt, (Fig. 17.) ist ein verschobenes Rechteck, und sind bei diesem sowohl die gegenüberstehenden Seiten als Winkel einander gleich.

Ein Viereck, bei dem nur zwei Seiten parallel sind,

die beiden Nebenseiten aber gegen einander schräg stehen, heißt ein Trapezium, (Fig. 18.)

Ein Viereck bei dem keine Seite mit einer andern parallel steht, heißt die Trapezoide. (Fig. 19.)

Diejenigen Figuren, die mehr als vier gerade Seiten haben, nennt man Vielecke oder Poligone. Nach der Anzahl der Seiten sind es Fünfecke, Sechsecke, Siebenecke u. s. w.

Wenn bei einem Vieleck die Seiten einander gleich sind, so wird es ein reguläres genannt. Aus dem Mittelpunkt eines regulären Vielecks läßt sich ein Kreis beschreiben, der alle Scheitelpunkte der Winkel berührend, das Vieleck umgiebt.

Die Kreisfläche nimmt unter den runden geometrischen Figuren den ersten Rang ein, die andern sind entweder Kreisabschnitte, Kreisausschnitte, oder sie entstehen durch die Bewegung eines kreisenden Punktes (Cykloiden).

Der Kreisabschnitt (Fig. 20.) ist ein Theil der Kreisfläche zwischen der Sehne und ihrem Bogen; der Kreisausschnitt (Fig. 21.) ist ein Theil der Kreisfläche zwischen zwei Halbmessern und ihrem Bogen.

Außer den hier angeführten runden Linien giebt es noch viele andere, deren Zug sich nach einer bestimmten Regel richtet, die vorzüglichsten unter ihnen sind die Ellipse, die Parabel, die Hyperbel, die Schnecken oder Spirallinien u. s. w.

Die Ellipse ist diejenige Kegelschnittlinie, welche entsteht, wenn ein Kegel so geschnitten ist, daß der Schnitt beide entgegengesetzte Seitenlinien des Kegels trifft.

Die Parabel ist diejenige Kegelschnittlinie, welche entsteht, wenn ein Kegel so geschnitten ist, daß der Schnitt parallel mit einer Seite des Kegels geht.

Die Hyperbel ist diejenige Kegelschnittlinie, welche entsteht, wenn ein Kegel so geschnitten ist, daß der Schnitt parallel mit der Achse des Kegels geht.

Die Spirallinie ist diejenige Linie, welche sich in regelmäßigen Zwischenräumen um einen wirklichen oder eingebildeten Zylinder so windet, daß die Theile der gewundenen Linie mit einander parallel gehen, daher diese Linie eine parallele Spirallinie genannt wird.

Eine andere Spirallinie, welche sich auf einer ebenen Fläche im innern größer werdenden Kreisen von dem Mittelpunkte entfernt, ist die sogenannte Walzenschnecke (Volute).

Geometrische Constructionen.

§. 1. Fig. 22.

Aufgabe. Auf der Linie ab eine senkrechte Linie zu errichten, welche durch den Punkt a geht.

Man wählt sich einen beliebigen Punkt c über die Linie ab, setzt in ihn die Zirkelspitze, eröffnet den Zirkel bis zu dem Punkte a und beschreibt einen Bogen, welcher die Linie ab in d durchschneidet. Dann legt man das Lineal an den Punkt d und c, durchschneidet den Bogen bei e, und zieht die senkrechte Linie ea.

§. 2. Fig. 23.

Aufgabe. Eine Linie zu ziehen, welche den gegebenen Punkt a berührend auf der Linie bc senkrecht steht.

Man setzt die Zirkelspitze in den bereits vorhandenen Punkt a und zieht mit beliebiger Zirkelöffnung einen Bogen durch zwei Punkte d und e der Linie bc, auf welche der Zirkel eingesetzt, mit willkürlicher Zirkelöffnung die Kreuzbogen bei a und f gezogen und die senkrechte Linie ag auf dem bestimmten Pnnkte a errichtet wird.

§. 3. Fig. 24.

Aufgabe. Ein gleichseitiges Dreieck zu zeichnen.

Man zieht die Linie ab, setzt den Zirkel in a, öffnet ihn bis b und zieht aus den Endpunkten a und b Kreuz-

bogen, welche den Punkt c geben. Dann zieht man die Linie ac und bc.

§ 4. Fig. 25.

Aufgabe. Ein gleichschenklichtes Dreieck, von dem die Länge ab der kürzeren Seite und die Länge ac der längeren Seiten gegeben sind, zu zeichnen.

Man zieht die Linie ab, als die kürzere Seite, und giebt ihr die bestimmte Länge, nimmt nun mit dem Zirkel die Weite ac und zieht damit aus den Endpunkten a und b Kreuzbogen, welche den Punkt c der Durchkreuzung geben. Nun zieht man die Linie ac und bc, und das gleichschenklichte Dreieck ist gegeben.

§. 5. Fig. 26.

Aufgabe. Ein rechtwinklichtes Dreieck zu zeichnen, von dem die Länge ab einer der rechtwinklichten Seiten und die Länge ac der dritten langen Seite gegeben sind.

Man zieht die Linie ac mit der Länge ac der langen Seite, sucht von derselben die Mitte d und zieht aus dem Punkt d einen von dem Endpunkte a bis zu dem andern c gehenden Halbkreis abc. Hierauf nimmt man mit dem Zirkel die Weite ab, trägt diese Weite von a nach den Halbkreis und erhält so den Punkt b; dann zieht man die Linie ab und bc, welches die Seiten des rechtwinklichten Dreiecks sind.

§. 6. Fig. 27.

Aufgabe. Einen Winkel in zwei gleiche Theile zu theilen.

Man zieht mit einer beliebigen Zirkeleröffnung aus dem Scheitelpunkt a des Winkels abc den Bogen bc, und aus den Punkten b und c die Kreuzbogen in d; zieht man nun die Linien ad, so theilt diese den Winkel in zwei einander gleiche Theile.

§. 7. Fig. 28.

Aufgabe. Eine Rhomboide, von der beide Längen der Seiten und ein Winkel bac gegeben sind, zu zeichnen.

Nachdem man die Linie ab gezogen hat, faßt man mit dem Zirkel die gegebene Weite ac und trägt sie auf die Linie ac von dem Endpunkte a nach c, zieht auch mit dieser Zirkelweite aus dem Punkte b einen Bogen in d. Hierauf nimmt man die Weite ab, zieht mit dieser Weite aus dem Punkte c einen Bogen durch den in d, wodurch man in der Durchkreuzung den Punkt d erhält, und zieht nach den Punkten c, b und d die Linien cd und bd.

§. 8. Fig. 29.

Aufgabe. Ein Quadrat zu zeichnen.

Nachdem man die Linie ab gezogen hat, errichtet man bei a einen rechten Winkel, wie §. 1. gezeigt wurde, setzt den Zirkel in a, macht bei b und e Durchschnitte, setzt dann den Zirkel in b und e und zieht mit der Weite ba die Kreuzbogen bei d und verbindet sie mit geraden Linien.

§. 9. Fig. 30.

Aufgabe. Eine gleichseitige Raute zu zeichnen.

Man zieht die Linie ab, setzt den Zirkel in a und b macht die Kreuzbogen bei c und d und verbindet die Punkte adbc mit Linien. Damit aber kein Quadrat entstehe, muß die Linie ab größer oder kleiner als die Linie cd sein.

§. 10. Fig. 31.

Aufgabe. Ein gleichseitiges Sechseck zu zeichnen.

Man trägt den Halbmesser des Kreises sechsmal auf die Peripherie und verbindet die dadurch gefundenen Punkte mit Linien, so ist bcdefg das verlangte Sechseck. Die Seite eines regulären Sechsecks ist dem Halbmesser gleich.

§. 11. Fig. 32.

Aufgabe. In einen Kreis ein gleichseitiges Dreieck zu zeichnen.

Man zieht durch den Mittelpunkt des Kreises die senkrechte Linie cd, setzt den Zirkel in d, zieht mit der Weite des Halbmessers den Bogen aeb, und verbindet die Punkte abc mit Linien.

§. 12. Fig. 33.

Aufgabe. In ein Quadrat ein Achteck zu zeichnen.

Nachdem man das Quadrat abcd gezeichnet, durchzieht man dasselbe mit Diagonalen, setzt den Zirkel in a, öffnet ihn bis e und zieht den Bogen fg, ferner zieht man aus b den Bogen hi, aus c den Bogen kl und aus d den Bogen mn, hierauf zieht man die Seiten kh, fm, il, gn, wodurch man das verlangte Achteck erhält.

§. 13. Fig. 34.

Aufgabe. In einem Kreis den Mittelpunkt zu finden.

Man zieht ungefähr in der Mitte des Kreises eine Sehne ab, nimmt von außen zwei gleich weit entfernte Punkte c und d und macht aus diesen Kreuzbogen bei e und f, so ist ef der Durchmesser, welcher in zwei gleiche Theile getheilt den Mittelpunkt o giebt.

§. 14. Fig. 35.

Aufgabe. Ein Winkelmaaß zu prüfen.

Man zieht die Linie ab und beschreibt über derselben einen halben Kreisbogen, legt man nun einen Schenkel des Winkelmaaßes an das Ende des Durchmessers b und die Spitze des Winkels an die Peripherie bei c, so muß der andere Schenkel das andere Ende des Durchmessers a genau durchschneiden, wenn das Winkelmaaß den richtigen Winkel haben soll.

§. 15. Fig. 36.

Aufgabe. Den Mittelpunkt eines Dreiecks zu finden.

Man zeichnet das Dreieck abc, zieht aus den Endpunkten mit einer beliebigen Zirkelöffnung die Kreuzbogen d und e und zieht die Linien db und ea, wodurch man den Punkt o als den Mittelpunkt des Dreiecks erhält.

§. 16. Fig. 37.

Aufgabe. In einen Kreis zwei gleichseitige Dreiecke zu zeichnen.

Man theilt mit dem Radius des Kreises die Periphe-

rie in sechs gleiche Theile und zeichnet hierauf die beiden gleichseitigen Dreiecke abc und def.

§. 17. Fig. 38.

Aufgabe. In einen Kreis eine Rosette zu zeichnen.

Nachdem man den Kreis gezogen, theilt man denselben in mehrere gleiche Theile, hierauf wählt man sich einen beliebigen Punkt c und beschreibt aus diesem den Bogen ab, dann macht man mit derselben Zirkelöffnung den inneren Kreis c, auf welchen wiederum die Zirkelspitze gesetzt wird, und so die folgenden Bogen von der Mitte b nach den äußern Theilpunkten des Kreises gezogen werden.

§. 18. Fig. 39.

Aufgabe. Eine Spirallinie zu zeichnen, daß ihre Windungen in stets gleicher Entfernung von einander bleiben.

Man zieht die Linie ab, beschreibt aus c den Halbkreis def, setzt den Zirkel in d und beschreibt mit df den Halbkreis fg, hierauf mit cg den Halbkreis gh, mit dh den Halbkreis hk u. s. w.

§. 19. Fig. 40.

Aufgabe. Eine Spirallinie zu zeichnen, die in immer größeren Windungen sich von ihrem Anfangspunkt entfernt.

Man zieht durch den Mittelpunkt c eines Kreises die Linie ab, theilt den Durchmesser des Kreises in mehrere gleiche Theile, z. B. in vier, bezeichnet die Theilpunkte, wie in der Figur, durch die Ziffern 1, 2, 3, 4, setzt den Zirkel in 1 und beschreibt mit 1,4 den Halbkreis 4d; nun setzt man den Zirkel in 2, beschreibt mit 2d den Halbkreis de, ferner mit 3e den Halbkreis ef u. s. w.

§. 20. Fig. 41.

Aufgabe. Eine Spirallinie aus drei Punkten zu zeichnen.

Man zeichnet ein gleichseitiges Dreieck abc, verlängert die Seiten durch punktirte Linien, wie die Figur zeigt, hierauf setzt man den Zirkel in b und zieht den Bogen cd;

nun setzt man den Zirkel in a und beschreibt den Bogen dc, ferner aus c den Bogen ef u. s. w.

§. 21. Fig. 42.

Aufgabe. Eine Schneckenlinie zu zeichnen.

Man zieht eine senkrechte Linie ab, als den gegebenen Durchmesser der Schnecke, theilt diese in sechszehn gleiche Theile, trägt einen dieser Theile von a nach p, so wie neun solcher Theile von a nach o, und erhält so den Punkt o, welcher der Mittelpunkt des Auges ist. Hierauf setzt man den Zirkel in o und beschreibt einen Kreis, dessen Halbmesser so groß sein muß, als die Entfernung von einem Theilpunkt bis zu dem andern, dieser Kreis wird das Auge der Schnecke genannt; nun zeichnet man ein Quadrat in den Kreis, und in diesen wieder vier kleinere Quadrate, wie man bei Fig. 43. im Großen sehen kann; theilt die Linie von 1 bis in den Mittelpunkt in drei gleiche Theile, eben so auch die Linien 2, 3 und 4, wie die Figur zeigt, und zieht dann aus den nun entstandenen Theilpunkten wage- und senkrechte Linien. Dann setzt man (Fig. 42.) den Zirkel in 1, öffnet ihn bis a und zieht den Bogen ac, setzt den Zirkel dann in 2, öffnet ihn bis c und zieht den Bogen cb; hierauf setzt man ihn in 3 und so weiter nach der Reihe der Zahlen bis man den letzten Bogen aus 12, von m nach n gezogen hat. Um nun auch die Mittelpunkte und nach ihnen die Verbindungslinien für die innere Schnecke zu erhalten, theilt man die Entfernung von 1 bis 5, von 2 bis 6, 3 bis 7 u. s. w. ebenfalls wieder in drei gleiche Theile, wie die Fig. 43. zeigt, dann setzt man den Zirkel in den Theilpunkt, welcher zunächst der 1 steht, öffnet ihn bis p und zieht den Bogen pq; nun setzt man ihn in den Theilpunkt, welcher nahe der 2 steht, öffnet ihn bis q und zieht den Bogen qr, und so weiter nach der Reihe der Zahlen bis die Figur vollendet ist.

§. 22. Fig. 44.

Aufgabe. Ein gleichseitiges Drei- bis Zwölfeck zu construiren, von denen eine Seite gegeben ist.

Man zieht eine Linie ab als die Seite eines Vielecks und giebt ihr die bestimmte Länge, dann setzt man den Zirkel in a und zieht von b einen Bogen bis 6, eben so einen aus b von a bis 6, so daß sich beide in dem Punkte 6 durchschneiden. Durch den Punkt 6 zieht man eine senkrechte Linie, welche die Linie ab bei c durchschneidet. Den Bogen von a bis 6 theilt man in sechs gleiche Theile, ad, de, ef, fg, gh und h6.

Wenn nun eine Linie von f nach b gezogen wird, so durchschneidet sie die senkrechte Linie in dem Punkte 3. Nimmt man nun diesen Punkt als den Mittelpunkt eines Kreises, der durch die Punkte a und b geht, so kann man auf ihm die Weite ab dreimal herumtragen und durch die drei erhaltenen Punkte in den Kreis ein gleichseitiges Dreieck zeichnen, dessen Endpunkte auf dem Kreise stehen. Zieht man von dem Punkt f parallel mit der Linie ab eine Linie f4 bis zu dem Punkt 4 der senkrechten Linie, und zieht aus diesem Punkte 4 einen, durch die Punkte a und b gehenden Kreis, so kann man die Weite ab viermal auf denselben herumtragen und demnach ein Quadrat zeichnen. Trägt man die Weite von dem Punkte 6 bis h auf die senkrechte Linie von dem Punkte 6 herunter nach 5, so giebt der Punkt 5 den Mittelpunkt eines Kreises, der durch die Punkte a und b gehend die Größe hat, daß die Weite ab fünfmal auf der Peripherie herumgetragen und ein gleichseitiges Fünfeck in demselben gezogen werden kann. Trägt man nun wieder die Weite von dem Punkt 6 bis h auf die senkrechte Linie von dem Punkt 6 herauf nach 7, so giebt der Punkt 7 den Mittelpunkt eines Kreises, der durch die Punkte a und b gehend die Größe hat, daß die Weite ab siebenmal auf denselben herumgetragen werden kann, und folglich ein reguläres Siebeneck giebt. Setzt man den Zirkel in den

Punkt 6 und beschreibt aus diesem einen Kreis, welcher den Punkt a und b durchschneidet, so kann auf denselben die Weite ab sechsmal herumgetragen werden und in der Peripherie ein gleichseitiges Sechseck gezeichnet werden. Wo dieser Kreis die senkrechte Linie durchschneidet, erhält man den Punkt 12 als den Mittelpunkt eines Zwölfecks. Ferner setzt man den Zirkel in 6 und zieht die Bogen d11, e10, f9, g8, folglich giebt 11 den Mittelpunkt zu einem Elfeck, 10 den Mittelpunkt für ein Zehneck, 9 den Mittelpunkt für ein Neuneck und 8 den Mittelpunkt für ein Achteck.

Aus diesen Punkten zieht man nun wieder Kreise, welche die gegebenen Punkte a und b berührend die Größe haben, daß auf ihrer Peripherie die Weite ab nach der bestimmten Anzahl der Ecken herumgetragen und das verlangte gleichseitige Vieleck gezeichnet werden kann.

§. 23. Fig. 45.

Aufgabe. Ein gleichseitiges Neuneck zu zeichnen, von dem die Seite ab gegeben ist.

Man zieht die Linie ab und giebt ihr die bestimmte Länge, dann setzt man den Zirkel in a und zieht den Bogen b6, hierauf zieht man aus b den Bogen a6, theilt diesen in zwei gleiche Theile, wodurch man den Punkt f erhält, ferner setzt man den Zirkel in 6 und zieht aus dem Punkte f den Bogen f9. Setzt man nun den Zirkel in den Punkt 9 und beschreibt aus diesem einen Kreis, welcher die beiden Punkte a und b berührt, so kann man auf der Peripherie desselben die Weite ab neunmal herumtragen, und nach diesem das verlangte Neuneck zeichnen. Hieraus ersieht man, daß dieses Verfahren dasselbe ist, wie §. 22. gezeigt wurde.

Construction verschiedener Ovale und Ellipsen.

§. 24. Fig. 46.

Aufgabe. Ein Oval nach gegebener Länge zu zeichnen.

Nachdem man die Linie a b gezogen und ihr die bestimmte Länge gegeben, theilt man diese in drei gleiche Theile, wodurch man die Punkte c und d erhält. Aus den Punkten c und d zieht man nun zwei Kreise, welche einander in den Punkten e und f durchkreuzen; diese Punkte nimmt man als Mittelpunkte der größern Bogen. Hierauf zieht man von f durch c und d die Verbindungslinien fci und fdk, so wie von e durch c und d die Verbindungslinien ecg und edh, und nun aus dem Punkte e den Bogen glh und aus dem Punkte f den Bogen imk.

§. 25. Fig. 47.

Aufgabe. Ein anderes Oval nach gegebener Länge zu zeichnen.

Man zieht die Linie ab, giebt ihr die bestimmte Länge und theilt diese in vier gleiche Theile, wodurch man die Punkte c, d und e erhält. Mit dieser Weite zieht man nun aus den Punkten c und e Kreise, und mit der Weite ce aus diesen Punkten c und e Kreuzbogen in f und g, welche die beiden Mittelpunkte der größern Bogen geben. Hierauf zieht man von f durch c und e die Linien fch und fei, so wie von g durch c und e die Linien gck und gel, ferner aus dem Punkte f den Bogen von h bis i und aus g den Bogen kl.

§. 26. Fig. 48.

Aufgabe. Noch ein anderes Oval nach gegebener Länge zu zeichnen.

Hier theilt man ebenfalls die gegebene Länge in vier gleiche Theile, zieht mit dieser Zirkelweite aus den Punkten cd und e Kreise und durch den Punkt d eine senkrechte Linie, welche den mittleren Kreis in den Punkten f und g schneidet und die Mittelpunkte der größeren Bogen giebt. Man zieht nun nach den Mittelpunkten f, g, c und e die

Verbindungslinien fch, fei, gck und gel, aus dem Punkt f zieht man den Bogen von h bis i und aus dem Punkt g den Bogen von k bis l.

§ 27. Fig. 49.

Aufgabe. Ein Oval nach gegebener Breite zu zeichnen.

Man zieht die senkrechte Linie ab, giebt ihr die bestimmte Breite und theilt diese in zwei gleiche Theile, wodurch man den Mittelpunkt e erhält; durch diesen zieht man die wagerechte Linie cd, setzt dann den Zirkel in e, öffnet ihn bis a und beschreibt mit dieser Weite einen Kreis, wodurch man die Punkte fg erhält, welche die Mittelpunkte der beiden kleineren Bogen geben. Hierauf zieht man die Verbindungslinien bgl, bfk, agi und afh, setzt den Zirkel in a, öffnet ihn bis b und zieht den Bogen hbi, ferner aus dem Punkt b den Bogen kal, aus f den Bogen kh und aus g den Bogen il.

§. 28. Fig. 50.

Aufgabe. Ein Ey-Oval zu zeichnen.

Man zieht einen Kreis becd, macht die Durchmesser bc und de winkelrecht, zieht durch e die Linie cg und bh, setzt hierauf den Zirkel in b, öffnet ihn bis c und zieht den Bogen ch, setzt ihn dann in c und zieht den Bogen bg, und aus e den Bogen gfh.

§. 29. Fig. 51.

Aufgabe. Eine Ey-Linie zu zeichnen, deren Höhe ab und Breite cd gegeben sind.

Man zieht die wagerechte Linie cd und die senkrechte ab, theilt auf der Linie cd die bestimmte Breite und auf ab die bestimmte Höhe ab, zieht aus dem Mittelpunkte e den Halbkreis cbd, dann nimmt man die Weite eb und trägt sie von a nach f. Die Weite ef theilt man in drei gleiche Theile, trägt zwei dieser Theile herunter von f nach g, nimmt auch die Weite eg und trägt sie auf die Linie cd von e nach h und von e nach i. Neben dem Mittelpunkte e des Halbkreises cbd sind nun die Punkte h, i und g die Mittelpunkte der übrigen Bogen, so wie die Li-

nien igl und hgk die Verbindungslinien sind. Man zieht nun mit der Weite hd den Bogen dk, mit der Weite ic den Bogen cl, und aus g den Bogen lak.

§. 30. Fig. 52.

Aufgabe. Ein Ey-Oval nach gegebener Länge zu zeichnen.

Nachdem die senkrechte Linie cd gezogen ist, giebt man dieser die bestimmte Länge und theilt sie in sechs gleiche Theile, zieht durch den Punkt m die wagerechte Linie ab und trägt auf dieser, von a nach n, so wie von b nach o, drei von den sechs gleichen Theilen der senkrechten Linie heraus, wodurch man die Mittelpunkte n und o zu den beiden größten Bogen erhält. Dann setzt man den Zirkel in m und zieht den Kreis acbe, zieht dann die beiden Verbindungslinien von o durch e nach h, und von n durch e nach i; wo diese den Kreis bei f und g durchschneiden, erhält man die Punkte zu den Verbindungslinien fl und gk; hierauf wird der Zirkel in den Punkt o gesetzt, bis a geöffnet und der Bogen ah gezogen, so wie aus n der Bogen bi, aus f und g die Bogen il und hk gezogen werden; nun setzt man den Zirkel auf der senkrechten Linie in p und zieht den kleinen Bogen kdl.

§. 31. Fig. 53.

Aufgabe. Ein Oval aus zwei Quadraten zu zeichnen.

Man zeichnet die beiden Quadrate abde und bcef, durchzieht diese mit den Diagonalen bd, bf, ea und ec, welches die Verbindungslinien sind. Der Durchkreuzungspunkt g ist der Mittelpunkt des kleineren von d bis a gehenden Bogens, der Durchkreuzungspunkt h ist der Mittelpunkt des anderen kleineren Bogens von c bis f, und die Punkte e und b sind die Mittelpunkte zu den beiden größeren Bogen; aus diesen hier beschriebenen Mittelpunkten werden nun die Bogen gezogen.

§. 32. Fig. 54.

Aufgabe. Ein Oval, von dem die Länge und Breite gegeben ist, zu zeichnen.

Man zieht die Linie ab und giebt ihr die bestimmte Länge des Ovals, sucht den Punkt c der Mitte von ab, zieht durch diesen die senkrechte Linie cd und giebt ihr die bestimmte Breite; dann nimmt man die halbe Länge ce der gegebenen Breite des Ovals und trägt sie auf die Linie ab von a nach f; die Weite ef theilt man in drei gleiche Theile, trägt einen dieser Theile zurück von f nach g, eben so trägt man auch die Weite eg nach der andern Seite von e nach h. Ferner setzt man den Zirkel in g, öffnet ihn bis h und zieht den Bogen ihk, dann setzt man den Zirkel in h und zieht den Bogen kgi; wo diese Bogen sich bei i und k durchkreuzen, erhält man die Mittelpunkte zu den beiden größeren Bogen des Ovals. Nun zieht man die Verbindungslinien kgl, khm, ign und iho, hierauf setzt man den Zirkel in k, öffnet ihn bis c und zieht den Bogen lm, so wie aus i den Bogen no, dann setzt man den Zirkel in g und zieht den Bogen nal, und aus h den Bogen mbo.

§. 33. Fig. 55.

Aufgabe. Ein anderes Oval nach gegebener Länge und Breite zu zeichnen.

Nachdem man die Linie ab der gegebenen Länge gezogen, sucht man den Punkt e der Mitte, zieht durch ihn die senkrechte Linie ced und trägt die Hälfte der Breite von e nach c und d. Dieselbe Weite trägt man auch auf die Linie der Länge von a nach f, theilt die Weite ef in zwei gleiche Theile und trägt einen dieser Theile von f nach g. Die Weite eg trägt man auch auf die andere Seite von e nach h. Ferner nimmt man die Weite ef und trägt sie auf die senkrechte Linie ced der Breite von e zweimal herunter nach i, und eben so von c zweimal herauf nach k. Nun zieht man nach den erhaltenen Mittelpunkten g, h, i und k der zu ziehenden Bogen die Verbindungslinien igl, ihm, kgn und kho, ferner aus dem Punkt g den Bogen nal, aus h den Bogen mbo, aus i den Bogen ldm und aus k den Bogen nco.

§. 34. Fig. 56.

Aufgabe. Noch ein anderes Oval nach gegebener Länge und Breite zu zeichnen.

Nachdem durch den Mittelpunkt e der Linie ab der gegebenen Länge senkrecht die Linie ced durchzogen ist und diese auf beiden Seiten die bestimmte Breite erhalten hat, trägt man die halbe Breite ec auf die Linie ab von a nach f. Hierauf theilt man die Weite ef in drei gleiche Theile und trägt zwei dieser Theile von f nach g. Die Weite eg trägt man nun auf diese Linien von e nach h, i und k, und man hat die vier Mittelpunkte der zu ziehenden Bogen. Von den Punkten i und k zieht man durch die Punkte g und h die Verbindungslinien igl, ihm, kgn und kho. Aus dem Punkte g wird nun der Bogen nal, aus dem Punkte h der Bogen mbo, aus dem Punkte i der Bogen ldm und aus dem Punkte k der Bogen nco gezogen.

§. 35. Fig. 57.

Aufgabe. Ein Oval, dessen Länge ab und Breite cd gegeben sind, aus acht Bogen von drei verschiedenen Halbmessern zu zeichnen.

Nachdem man die Linie ab der gegebenen Länge gezogen, sucht man den Punkt e der Mitte, zieht durch diesen die senkrechte Linie cd und giebt ihr die bestimmte Breite. Hierauf trägt man die halbe Länge der Breite auf die Linie ab von a nach f, theilt die Entfernung von ef in drei gleiche Theile. Der zweite Theilungspunkt von e giebt den Punkt g, die Weite eg trägt man diesseits von f nach h und jenseits von e nach i, die Weite ef aber zweimal auf die Linie cd der Breite von e nach k; daß also die Weite ek sechs, die Weite eh fünf und die Weiten eg und ei zwei Drittheile der Weite ef enthalten. Ferner trägt man auch die Weite eh jenseits von e nach l, und die Weite ek herauf von e nach m. Nun zieht man von den Punkten k und m durch die Punkte g und i die

vier ersten Verbindungslinien kgn, kio, mgp und miq. Dann trägt man die Weite eg auf diese Verbindungslinien von k nach r und s, und von m nach t und u, zieht von diesen vier Punkten r, t, s und u durch die Punkte h und l die vier anderen Verbindungslinien rhv, thw, slx und uly. Aus den Punkten b und l zieht man die beiden Bogen wav und xby des kleinsten Halbmessers, aus den Punkten k und m die beiden Bogen ndo und pcq des größten Halbmessers, und aus den vier Punkten r, s, t und u die Bogen von v bis n, von o bis x, von w bis p und von q bis y, welche den Halbmesser der mittleren Länge haben. Bei diesem Ovale sind die Krümmungen der Bogen und ihre Verbindungen nicht so bemerkbar, als bei einem Ovale von vier Bogen und zwei verschiedenen Halbmessern.

§. 36. Fig. 58.

Aufgabe. Ein anderes Oval nach gegebener Länge und Breite mit acht Bogen zu zeichnen.

Man trägt die halbe Länge der Breite auf die Linie ab der Länge von a nach f, theilt die Entfernung von e bis f in zwei gleiche Theile eg und gf, trägt einen dieser Theile von f nach h und von e nach i, so wie fünf solcher Theile von e nach k. Mit der Weite eh trägt man auch den Punkt h jenseits von e nach l, so wie mit der Weite ek jenseits den Punkt von e nach m. Nun zieht man von den Punkten k und m durch die Punkte g und i die vier ersten Verbindungslinien kgn, kio, mgp und miq. Auf diese trägt man die Weite ef von k nach r und s, so wie von m nach t und u. Aus den Punkten r und t durch den Punkt h, und aus den Punkten s und u durch den Punkt l zieht man die vier anderen Verbindungslinien rhv, thw, slx und uly.

Nach diesem zieht man aus dem Punkte h den Bogen wav, aus dem Punkte l den Bogen xby, aus dem Punkte k den Bogen ndo, aus dem Punkte m den Bogen pcq, so wie aus r den Bogen vn, aus t den Bogen wp, aus

s den Bogen ox und aus dem Punkte u den Bogen qy. Den längsten Halbmesser haben die beiden Bogen aus den Punkten k und m, den mittleren haben die vier Bogen aus den Punkten r, t, s und u, die beiden Bogen aus den Punkten h und l haben den kürzesten Halbmesser.

§. 37. Fig. 59.

Aufgabe. Eine Ellipse nach gegebener Länge und Breite mit einer Schnur zu zeichnen.*)

Man setzt die Linie ab der Länge und die Linie cd der Breite rechtwinklicht zusammen, nimmt die halbe größere Achse in den Zirkel und trägt sie von o nach a und b, die halbe kleinere aber von o nach c und d; hierauf nimmt man die Weite von ao und macht mit dieser Weite aus den Punkten c und d die Durchschnitte bei e und f, welches die beiden Brennpunkte giebt. In jeden Brennpunkt schlägt man eine Nadel oder einen Stift senkrecht stehend ein, befestigt an beide Nadeln einen Faden oder eine Schnur in dem Maaße, daß die Schnur, wenn man sie mit einem Stifte ziehend ausdehnt, gerade bis zu dem Punkte c geht, und zeichnet nun durch Herumführung des senkrecht gehaltenen Stiftes die Ellipse.

§. 38. Fig. 60.

Aufgabe. Eine Ellipse nach gegebener Länge und Breite mit einem mit drei Stiften versehenen Stabe, welcher an ein Winkelmaaß gelegt wird, zu zeichnen.

Man nimmt einen Stab ab, befestigt in diesen bei o

---

*) Da die Ellipse keine Gemeinschaft mit den aus Zirkelbogen beschriebenen Ovalen hat, können die beiden Mittelpunkte der engeren Bogen in solchen Ovalen auch nicht mit den Brennpunkten der Ellipse gleich gestellt werden. Bei der Ellipse sind die Brennpunkte von dem Mittelpunkte um so weiter entfernt, je kürzer die kleine Achse gegen die große Achse ist. Die Durchschnittslinien der Länge nennt man die große Achse und die Durchschnittslinie der Breite die kleine Achse. Die beiden Punkte, aus welchen bei einem Ovale die kleineren Bogen gezogen werden, nennt man bei der Ellipse Brennpunkte.

einen farbigen Stift, trägt die beiden halben Achsen c d und d e von o nach f und g und befestigt dort zwei kleine eiserne Stifte. Soll mit diesem Stab nun die Ellipse gezeichnet werden, so legt man an die beiden Linien h d und d k ein Winkelmaaß und fährt mit den beiden eisernen Stiften an den inneren Seiten des Winkelmaaßes herum, wodurch der farbige Stift den Bogen beschreibt; dieser Bogen ist der vierte Theil der elliptischen Figur und muß daher dreimal wiederholt werden.

§. 39. Fig. 61.

Aufgabe. Mit dem Zirkel Punkte zu finden, nach welchen man aus freier Hand eine Ellipse ziehen kann, von welcher die Länge a b und Breite c d gegeben sind.

Nachdem die größere Achse a b und die Hälfte der kleineren Achse c d gegeben, trägt man die Weite von a o aus c in f und g, welches die beiden Brennpunkte giebt. Dann theilt man f o in beliebige gleiche Theile 1, 2, 3, 4, 5 und nimmt die Weite b 1 in den Zirkel, setzt ihn in den Punkt g und macht damit den kleinen Bogen bei m, und aus f mit der nämlichen Zirkelöffnung den Bogen bei n. Nach diesem nimmt man die Weite 1 a, setzt den Zirkel in f und g und durchschneidet die Bogen bei m und n, so hat man überall einen Punkt der Ellipse. Ferner nimmt man die Weite b 2 und verfährt nun eben so, wie bei b 1; auf diese Weise kann man so viele Punkte erhalten, als man nur haben will, und dieselben aus freier Hand zusammenziehen, wodurch man die verlangte Ellipse erhält.

§. 40. Fig. 62.

Aufgabe. In einem Parallelogram eine Ellipse vermittelst gerader Linien zu beschreiben.

Nachdem das Parallelogram gezeichnet, theilt man die die Länge a b in beliebige gleiche Theile, hier in 24; eben so theilt man auch die Breite a c in 24 gleiche Theile. Nun zieht man aus dem Punkte 1 der Linie a c nach dem Punkte 12 der Linie a b eine gerade Linie; dann zieht man aus

dem Punkte 2 der Linie ac nach dem Punkte 11 der Linie ab wieder eine gerade Linie, ferner zieht man die Linien von 3 nach 10, von 4 nach 9, von 5 nach 8 u. s. w., bis ein Viertel der Ellipse vollendet ist. Hierauf werden die anderen Bogen auf dieselbe Manier gezeichnet, wie der erste.

Constructionen von verschiedenen architektonischen Gliedern.

Anmerkung. Die architektonischen Glieder sind Verzierungen, welche der Baukunst angehören; man theilt sie in gerad- und rundlinige, in deckende und liegende Glieder ein. Geradlinig sind sie, wenn sie von ebenen Flächen begrenzt werden und folglich ihr Profil aus geraden Linien besteht; rundlinig werden sie genannt, wenn sie von runden Flächen eingeschlossen werden und ihr Profil eine runde Linie bildet. Deckende Glieder werden sie genannt, wenn ihre Form so beschaffen ist, daß sie als Gesimse oben an einem durch sie zu verzierenden Gegenstande angebracht werden; ist ihre Form aber von der Art, daß sie sich besser zur Verzierung des unteren Theils eines Gegenstandes eignet, so werden sie liegende Glieder genannt.

Da das Construiren der geradlinigen Glieder keine große Schwierigkeit erfordert, so sollen vorzugsweise hier nur solche Glieder beschrieben werden, welche aus runden Linien bestehen.

§. 41. Fig. 63.

Aufgabe. Einen Kreisbogen mit einer geraden Linie ab so zu verbinden, daß der Lauf des Kreisbogens ungebrochen in den der geraden Linie übergeht.

Dieses kann nur dann erreicht werden, wenn der Mittelpunkt c des Bogens bde senkrecht über dem Verbindungspunkt b steht; dann verbindet sich die gerade Linie ab mit dem aus dem Punkte c gezogenen Bogen bde richtig in dem Punkte b. Verlängert man die gerade Linie ab nach der anderen Seite f und den Bogen nach g, so berühren die Linie abf und der Bogen gbde einander in dem Punkte b. Der Berührungspunkt giebt, wenn der von b bis g gehende Bogen und die Linie bf wegfallen, den richtigen Verbindungspunkt beider Linien.

§. 42. Fig. 64 und 65.

Aufgabe. Zwei Kreisbogen zu verbinden, daß der Lauf des einen ungebrochen in den des anderen übergeht.

Um diese Aufgabe auszuführen, müssen die beiden Mittelpunkte der Bogen auf einer und derselben geraden Linie, welche zugleich durch den Verbindungspunkt der Bogen geht, sich befinden.

In Fig. 64. steht der Mittelpunkt a des Bogens cde und der Mittelpunkt b des Bogens cfg vom kleineren Halbmesser auf der geraden Linie abc, in deren Punkte c beide Bogen sich mit einander verbinden. Dieser Punkt c ist daher der Verbindungspunkt und die Linie abc die Verbindungslinie.

In Fig. 65 steht der Mittelpunkt a des einen Bogens diesseit, der Mittelpunkt b des anderen Bogens jenseit ihres Verbindungspunktes c; da nun die von einem Mittelpunkte zu dem anderen gezogene Linie ab durch den Verbindungspunkt c geht, so ist auch die Verbindung ungebrochen und die Linie acb die Verbindungslinie.

§. 43. Fig. 66.

Aufgabe. Mit der geraden Linie ab einen Bogen zu verbinden, welcher den Punkt b und c berührt.

Man zieht von dem Verbindungspunkte b aus die zu der Linie ba senkrechte Linie bd, aus den Punkten b und c macht man Kreuzbogen und zieht durch diese die Linie ef, welche in dem Punkte f die Linie bd durchschneidet; dieser Punkt f ist der Mittelpunkt des von b bis c zu ziehenden Bogens, der sich in dem Punkte b mit der Linie ba verbindet und dort den Punkt c berührt. — Diese Construction ist anwendbar bei dem An- und Ablaufe des Säulenschaftes und anderen architektonischen Verzierungen.

§. 44. Fig. 67.

Aufgabe. Einen Carnies in das Quadrat cbda zu zeichnen.

Man zieht erstlich die Diagonallinie ab, sucht den Punkt g ihrer Mitte, durch welchen man von einer Seite zu der anderen die wagerechte Linie hgi zieht. Durch diese erhält man auf der senkrechten Linie ac den Mittelpunkt h des Bogens akg, so wie auf der senkrechten Linie bd den Mittelpunkt i des Bogens glb. Beide Mittelpunkte h und i stehen mit dem Verbindungspunkte g der Bogen auf einer Linie hgi, und die Bogen vereinigen sich richtig mit den wagerechten Linien ae und bf, indem ihre Mittelpunkte auf den in den Verbindungspunkten a und b senkrecht stehenden Linien ah und bi sich befinden.

§. 45. Fig. 68.

Aufgabe. Die Bogen eines Carnieses von größerer Ausladung zu zeichnen, die sich in den Punkten a und b mit den wagerechten Linien ae und bf verbinden.

Man zieht auf die Verbindungspunkte a und b senkrechte Linien ac und bd, so wie von a nach b die Linie ab und sucht ihren Punkt der Mitte g, welches der Verbindungspunkt der Bogen ist. Aus den Verbindungspunkten a und g zieht man mit beliebiger Zirkelöffnung Kreuzbogen und durch sie die Linie hm, welche die senkrechte Linie ac in den Punkt h trifft, dieses ist nun der Mittelpunkt des von a nach g gehenden Bogens. Ferner zieht man aus den Verbindungspunkten g und b Kreuzbogen und durch dieselben die Linie in, welche auf der Linie bd den Punkt i als den Mittelpunkt des von g nach b gehenden Bogens giebt. Die Mittelpunkte h und i der Bogen befinden sich auf den in den Verbindungspunkten a und b stehenden senkrechten Linien ac und bd, so wie auf die durch den Verbindungspunkt g gehenden Linien hgi, folglich ist die Verbindung überall ungebrochen.

§. 46. Fig. 69.

Aufgabe. Eine Glockenleiste zu zeichnen, welche sich in den Punkten a und b mit den wagerechten Linien ae und bf ungebrochen verbindet.

Diese Construction ist dieselbe, als die im §. 45., daher diese Figur auch mit der Fig. 68 eine gleiche Buchstabenbezeichnung hat.

§. 47. Fig. 70.

Aufgabe. Die beiden Bogen einer Kehlleiste oder umgewendeten Carnieses zu zeichnen, welche sich mit den senkrechten Linien a c und b f ungebrochen verbinden.

Auch diese Construction ist von Fig. 68. nur mit dem Unterschiede, daß die wagerecht liegenden Linien a e und b f hier senkrecht stehen. In der Wendung, daß diese senkrechten Linien wagerecht liegen und die Linie a e oben steht, ist auch hier die Erklärung von §. 45 anzuwenden.

§. 48. Fig. 71.

Aufgabe. Einen Pfühl zu zeichnen.

Man zieht von einem Verbindungspunkte zu dem andern die senkrechte Linie a c, sucht den Punkt e ihrer Mitte und zieht aus diesem Punkte den Halbkreis von c bis a.

§. 49. Fig. 72.

Aufgabe. Eine Einziehung oder gedrückte Hohlkehle zu zeichnen.

Man zieht von dem Endpunkte a der Linie a b herab eine senkrechte Linie a e und von dem Endpunkte c der Linie c d herauf eine senkrechte Linie c f. Ferner sucht man die Mitte zwischen a und e und zieht nach dem gefundenen Punkte g die wagerechte Linie h g. Diese Linie theilt man in vier gleiche Theile, trägt die ganze Länge h g auf die senkrechte Linie c f von h herauf nach i, einen Viertheil aber auf die senkrechte Linie a e von g herauf nach k, so ist der Punkt i der Mittelpunkt des unteren weiteren Bogens, der Punkt k aber der Mittelpunkt des oberen engeren Bogens. Nun zieht man von i durch k die Verbindungslinie i k l, aus dem Punkte i den Bogen von c bis l und aus dem Punkte k den Bogen von l bis a.

§. 50. Fig. 73 und 74.

Aufgabe. Auf eine andere Art eine Einziehung zu zeichnen.

Hier zieht man ebenfalls von dem Endpunkte a der Linie ab eine senkrechte Linie ae herunter, so wie von dem Endpunkte c der Linie cd eine senkrechte cf herauf. Auf die Linie ae trägt man die Weite ec von e nach g, sucht zwischen den Punkten g und a den Punkt der Mitte h und zieht von der senkrechten Linie cf durch den Punkt h eine wagerechte Linie ihk, welche die Verbindungslinie der beiden Bogen ist. Nun zieht man aus dem Punkte f den Bogen von c bis k, und aus dem Punkte h den Bogen von a bis k.

Soll nun ein gedrückter Pfühl, (Fig. 74.) gezeichnet werden, so beobachtet man dasselbe Verfahren, wie bei der Einziehung, welche umgewendet einen gedrückten Pfühl giebt.

Von der Verwandlung der Figuren.

§. 51.

Erklärung. Eine Figur in eine andere zu verwandeln, heißt, eine Figur construiren, die bei verschiedener Gestalt der gegebenen an Flächeninhalt gleich ist.

§. 52. Fig. 75.

Aufgabe. Ein ungleichseitiges Dreieck abc in ein gleichschenkliches zu verwandeln.

Man zieht durch die Spitze c eine Linie dc, parallel mit der Grundlinie ab, theilt dann die Linie ab in zwei gleiche Theile, wodurch man den Punkt f erhält, errichtet auf diesen eine senkrechte Linie bis g und verbindet g mit a und b, so ist das Dreieck abg gleichschenklich und hat gleichen Inhalt mit dem gegebenen.

§. 53. Fig. 76.

Aufgabe. Ein gleichschenklichtes Dreieck in ein Parallelogram zu verwandeln.

Auch hier zieht man durch die Spitze c eine Parallele ce mit der Grundlinie ab, theilt die Linie ab in zwei gleiche Theile, wodurch man den Punkt d erhält, zieht man nun die senkrechten Linien dc und be; so ist dbce ein

Parallelogram, welches gleichen Inhalt mit dem gleichschenklichten Dreieck abc hat.

§. 54. Fig 77.

Aufgabe. Ein Parallelogram in ein Quadrat zu verwandeln.

Man verlängert die Linie cd, macht die Verlängerung de gleich der Höhe bd, dann theilt man die Länge ce in zwei gleiche Theile, wodurch man den Punkt f erhält, nun beschreibt man aus dem Punkt f der Linie ce einen Halbkreis, verlängert hierauf die Linie bd bis zur Peripherie in g, so ist dg die Seite eines Quadrates, welches gleichen Inhalt mit dem Parallelogram abcd hat.

§. 55.

Aufgabe. Ein Dreieck in ein Quadrat zu verwandeln.

Man verwandelt nach §. 53. das Dreieck in ein Parallelogram, und dieses nach dem vorigen §. in ein Quadrat.

§. 56. Fig. 78.

Aufgabe. Ein reguläres Sechseck in ein Dreieck zu verwandeln.

Man zieht durch den Mittelpunkt f eine Linie de, faßt mit dem Zirkel die Weite ab und trägt diese dreimal von f nach d und von f nach e; zieht man nun die Linien dg und ge, so ist dge das verlangte Dreieck. Hiernach ist also eine jede reguläre Figur einem Dreieck gleich, dessen Grundlinie der Umfang derselben und dessen Höhe der kleine Halbmesser ist, welcher vom Mittelpunkt aus bis zu einer Seite des Vieleckes geht.

§. 57.

Aufgabe. Einen Kreis in eine gerade Linie zu verwandeln.

Archimedes von Syrakus fand zuerst, daß, wenn der Durchmesser des Kreises in 7 gleiche Theile getheilt wird, der Umkreis 22 solcher Theile enthält, oder was dasselbe ist, daß der Durchmesser im ganzen Umkreise $3\frac{1}{7}$ mal enthalten sei. Hat man nun den Durchmesser in 7 gleiche Theile ge-

theilt und 22 solcher Theile auf einer geraden Linie abgetragen, so ist diese Linie so lang als die Peripherie des Kreises.

Theilt man den Durchmesser in 100 gleiche Theile, so enthält der Umkreis 314 solcher Theile. Weit genauer ist das Verhältniß, daß, wenn man den Durchmesser in 113 gleiche Theile theilt, der Umkreis 355 solcher Theile enthält.

§. 58. Fig 79.

Aufgabe. Einen Kreis in ein Quadrat zu verwandeln.

Man theilt den Halbmesser in vier gleiche Theile, trägt einen von diesen Theilen von a bis b, verlängert ca auf der andern Seite über den Kreis hinaus, errichtet auf den Mittelpunkt c eine senkrechte Linie, welche auch über den Kreis hinaus geht, und macht $cb = ce = cd = cf$, und verbindet b, e, d, f mit Linien.

Dieses Quadrat kommt den Inhalt des Kreises ziemlich nahe und macht bei kleinen Flächen nur wenig Unterschied. Mit der Lösung dieser Aufgabe haben sich schon viele sachkundige Mathematiker beschäftigt, aber ihr Bemühen, eine ganz richtige Quadratur des Kreises zu erforschen, blieb bisher ohne Erfolg.

§. 59.

Aufgabe. Einen Kreis in ein Dreieck zu verwandeln.

Der Durchmesser des Kreises enthält 7 gleiche Theile und hiernach der Umkreis 22; folglich darf man nur die Länge des Umkreises zur Grundlinie und den Halbmesser zur Höhe nehmen.

Verlangt man anstatt des Dreiecks ein Parallelogram, so nimmt man den Halbmesser zur Höhe und den halben Umkreis zur Länge des Parallelograms.

Auch läßt sich dieses Parallelogram nach §. 54. wieder in ein Quadrat verwandeln, welches dem Inhalt des Kreises ziemlich gleich sein wird.

§. 60. Fig. 80.

Aufgabe. Eine Ellipse in einen Kreis zu verwandeln.

Man setzt die halbe kleine Achse cb an die halbe grö-

ßere ab von b nach d, theilt hierauf die Länge ad bei e in zwei gleiche Theile, so giebt ae den Halbmesser eines Kreises, welcher gleichen Flächeninhalt mit der Ellipse haben wird.

§. 61. Fig. 81.

Aufgabe. Ein Quadrat halb so groß zu zeichnen, als ein gegebenes.

Man theilt die Seite ab in zwei gleiche Theile, zieht aus c einen halben Kreisbogen adb, errichtet aus dem Mittelpunkt c eine senkrechte Linie cd und zieht die Linie db, diese Linie ist nun die Seite eines Quadrates, welches halb so groß ist, als das gegebene abfe, zieht man von a nach f eine Diagonale, so ist dieses die Seite eines Quadrates, welches noch einmal so groß ist, als das Quadrat acfd.

§. 62. Fig. 82.

Aufgabe. Die Quadrate ABC in Eins zu verwandeln.

Setzt man die Seiten von den Quadraten A und B rechtwinklich bei g zusammen, und zieht die Hypothenuse de; so giebt die Linie de die Seite eines Quadrates, welches eben so groß ist, als die beiden Quadrate A und B zusammen genommen. Setzt man nun die Seite von dem Quadrate C rechtwinklicht auf de, nämlich von d nach f, und zieht die Hypothenuse fe; so ist diese die Seite eines Quadrates, welches gleichen Inhalt mit den Quadraten ABC hat. Sind noch mehrere Quadrate gegeben, so können sie auf diese Art alle in Eins verwandelt werden.

§. 63. Fig. 83.

Aufgabe. Einen Kreis halb so groß zu zeichnen, als ein gegebener.

Man zieht durch den Mittelpunkt c des Kreises die wagerechte Linie ab, errichtet auf c die senkrechte Linie cd und zieht die Linie db, welche, wenn sie in zwei gleiche Theile getheilt, den Mittelpunkt e eines Kreises giebt, welcher halb so groß ist als der gegebene.

§. 64. Fig. 84.

Aufgabe. Einen Kreis noch einmal so groß zu zeichnen, als ein gegebener ist.

Man setzt die Linie bc rechtwinklig auf ab, trägt die Weite ab von b nach c und zieht die Linie ac, die, in zwei Theile getheilt, den Mittelpunkt eines Kreises giebt, welcher noch einmal so groß ist, als der gegebene.

§. 65. Fig. 85.

Aufgabe. Einen Kreis zu zeichnen, welcher viermal so groß ist, als der gegebene.

Nimmt man den Durchmesser ab des kleinen Kreises zum Halbmesser cd des größeren, so wird dessen Flächeninhalt viermal so groß sein, als der von ab.

Von dem Längenmaaße.

§. 66.

Da das Maaß stets gleichartig mit der zu messenden Größe sein muß, so wird also, um die Länge einer Linie auszumessen, wieder eine andere Linie als Maaßstab angenommen; dies ist der überall gebräuchliche Fuß, welcher von den Geometern in zehn Zoll und der Zoll in zehn Linien eingetheilt wird; die Länge von zehn Fuß giebt eine Ruthe. Diese Eintheilung wird auch zehntheiliges oder Dezimalmaaß genannt.

§. 67.

Wird der Fuß in zwölf Zolle, und der Zoll in zwölf Linien u. s. w. eingetheilt, so nennt man dies Duodezimal- oder Werkmaaß, oder auch Rheinländisches Maaß. Der Preußische Fuß ist gleich dem Rheinländischen, und nach diesem enthält eine Ruthe zwölf Fuß und eine Meile zwanzigtausend Fuß.

Die Preußische Elle enthält $25\frac{1}{2}$ Zoll, eine Klafter 6 Fuß, ein Lachter im Bergbau 80 Zolle oder 8 Achtel.

§. 68.

Die Zeichen, deren man sich bedient, um die Ruthen, Fuße und Zolle anzudeuten, sind: für die Ruthen eine kleine Null, für die Fuße ein Strich, für die Zolle zwei Striche und für die Linien drei Striche.

6 Ruthen, 4 Fuß, 9 Zoll, 2 Linien Dezimalmaaß.
6^0 $4'$ $9''$ $2'''$ d c.

Man muß sich aber hüten, daß man die Zeichen nicht mit denen verwechsele, wodurch die Grade, Minuten und Sekunden eines Bogens angedeutet werden; jedoch kann wohl nicht leicht eine solche Zweideutigkeit entstehen, da man immer weiß, ob die gegebene Zahl gerade Linien, Bogen oder Winkel vorstellen soll.

§. 69.

Das zehntheilige Maaß ist bei der Berechnung bedeutend vortheilhafter und bequemer als das zwölftheilige, denn will man im zwölftheiligen Maaße Fuß zu Zoll machen, so muß mit 12 multiplizirt werden; beim zehntheiligen braucht man hinten nur eine Null anzuhängen. Sollen Zolle zu Fuß gemacht werden, dann wird beim zwölftheiligen Maaß mit 12 dividirt, beim zehntheiligen aber darf nur die letzte Ziffer abgeschnitten werden, z. B. es sollen 426 Zoll zehntheiliges Maaß zu Fuß gemacht werden, so hat man $42'$, $6''$; sollen aber 328 Linien zu Fuß gemacht werden, so geben diese $3'$, $2''$, $8'''$. Macht man im entgegengesetzten Fall 548 Fuß zu Zoll, so hat man $5480''$, und sollen diese Zoll zu Linien gemacht werden, dann hängt man noch eine Null an, und man erhält $54800'''$. Hieraus ist leicht einzusehen, wie vortheilhaft die Berechnung mit dem zehntheiligen Maaße ist.

§. 70.

Da es allgemein gebräuchlich, daß der zwölftheilige sowohl, als der zehntheilige Fuß von gleicher Länge gemacht wird, und beide nur in der Eintheilung der Zolle unterschieden sind, so geben 12 Zoll des zwölftheiligen Maaßes

10 Zoll des zehntheiligen; daher kann man also leicht das zehntheilige in zwölftheiliges Maaß, und umgekehrt das zwölftheilige in zehntheiliges verwandeln. Es sollen z. B. 40 Fuß Dezimal-Maaß in Duodezimal-Maaß verwandelt werden, so ist der Ansatz nach der Regel de Tri folgender:

10′ dc. geben 12′ ddc., was geben 40′ dc.?

$$\text{Antwort } \frac{12 \times 40}{10} = 48' \text{ ddc.}$$

Hieraus ersieht man, daß man nur die gegebene Zahl mit 12 multipliziren, und das Produkt durch 10 dividiren darf.

Oder sollten 18′ ddc. in Dezimal-Maaß verwandelt werden, so darf man nur zur gegebenen Zahl eine Null hinzusetzen und mit 12 dividiren, wodurch der Ansatz erspart wird.

Ansatz nach der Regel de Tri:

12′ ddc. geben 10′ dc., was geben 18′ ddc.?

$$\text{Antwort } \frac{10 \times 18}{12} = 15' \text{ dc.}$$

Wie viel Zoll im Duodezimal-Maaß sind 8 Zoll Dezimal-Maaß?

$$\text{Antwort } \frac{12 \times 8}{10} = 9\frac{6''}{10} \text{ dc.}$$

Von der Zeichnung und dem Gebrauch des verjüngten Maaßstabes.

§. 71. Fig. 86.

Aufgabe. Einen verjüngten Maaßstab für das zwölftheilige Maaß zu zeichnen.

Man zieht die Linien ab und cd, theilt eine dieser Linien in mehrere gleiche Theile, welche man Fuß gelten läßt, und einen dieser Theile wieder in 12 andere, welche man als Zoll annimmt, und verbindet diese Theilpunkte mit Linien.

§. 72. Fig. 87.

Aufgabe. Einen verjüngten Maaßstab zu zeichnen, wo der Fuß bedeutend kleiner angenommen ist, als bei dem vorigen.

Wenn die Länge des Fußes so klein angenommen ist, daß man diese nicht genau auf einer geraden Linie in 12 Theile theilen kann, dann wird der Maaßstab auf folgende Art gezeichnet. Man zieht die Linie ab, theilt diese bei e in zwei gleiche Theile, und die hierdurch erhaltene Entfernung von ae in zwölf gleiche Theile, dann zieht man die senkrechte Linie ac, auf diese trägt man die Entfernung von ag, zieht die Parallellinie cd und die Diagonallinie af, so wird diese die zwölf Theile so schneiden, daß jeder um einen gleichen Theil größer wird, als der andere. Nach diesem kann also ag einen Fuß, und gi einen Zoll, hk zwei Zoll u. s. w. bedeuten. Soll aber ae einen Fuß gelten, dann giebt ag einen Zoll, gi eine Linie hk zwei Linien u. s. w.

§. 73.

Soll nun eine Zeichnung zwar kopirt, aber entweder nicht so groß, oder vielleicht auch größer gemacht werden, als das Original selbst ist, so zeichnet man sich zur Copie einen eigenen Maaßstab, welcher entweder kleiner oder größer, als der Maaßstab des Originals selbst ist, nimmt dann die Abmessungen mit dem Zirkel auf der Vorzeichnung genau ab und mißt ihre Länge auf dem dazu gehörigen Maaßstabe, nimmt nun wieder die hierdurch erhaltene Abmessung nach dem Maaßstabe der Copie genau ab und trägt die so gefundene Länge auf die abzumessende Linie auf.

§. 74. Fig. 88.

Aufgabe. Den verjüngten Maaßstab für das zehntheilige Maaß zu zeichnen.

Dieser Maaßstab, zu dessen näherer Beschreibung wir jetzt übergehen wollen, ist allen anderen vorzuziehen, und bei Zeichnungen, wo eine große Genauigkeit erfordert wird,

sogar unentbehrlich und von großem Nutzen; denn mit demselben kann man die kleinsten Theile, als Zehntel und Hundertel, genau messen und selbst die Tausendtel nach dem Augenmaaße schätzen.

Man zieht eine beliebige Linie ag, theilt diese in vier gleiche Theile, errichtet auf den Punkten a c e f und g die senkrechten Linien a b, c d u. s. w.; dann theilt man die Länge von a bis c in 10 gleiche Theile, trägt diese Theile auf die Linie a b und b d; hierauf zieht man aus allen Theilpunkten der Linie ab durch den ganzen Maaßstab Linien, die mit ag parallel laufen, und nach diesen die Transversallinien c1, 12, 23 u. s. w., wie die Figur zeigt.

Bestimmt man nun, daß die Weite d1 ein Fuß gelten soll, so giebt db zehn Fuß und mn einen Zoll. Läßt man aber d1 zehn Fuß gelten, dann giebt mn einen Fuß, op zwei Fuß u. s. w. Bedeutet d1 zehn Fuß, und will man z. B. die Länge von 46 Fuß abnehmen, so suche man auf ac die Zahl 4, fahre auf der Transversallinie aufwärts, bis zu der Parallele, welche mit der Zahl 6 bezeichnet ist; wo die geraden Linien von 6 und 4 sich durchkreuzen, ist der Punkt s, welcher bis w 46 Fuß giebt. Will man aber 146 Fuß abmessen, so giebt dies die Linie xs, weil die Entfernung von ws 46 und die von ce 100 Fuß giebt.

Unter jeder Zeichnung muß der Maaßstab, nach welchem sie gefertigt worden, angebracht werden, weil es zu den größten Uebelständen gerechnet werden kann, wenn auf einer für technische Gegenstände angefertigten Zeichnung der Maaßstab fehlt, überhaupt da nach diesem die natürliche Länge der Linien gemessen und das Werk im Großen ausgearbeitet werden kann.

Von der Berechnung der Flächen.

§. 75.

Unter Fläche irgend einer Figur versteht man den zwischen den diese Figur begrenzenden Linien enthaltenen Theil

der Ausdehnung. Gewöhnlich nennt man diese Ausdehnung den Flächeninhalt der Figur.

Wenn man den Inhalt einer Figur berechnen will, die auf einer Fläche beschrieben worden, so geschicht es, um das Verhältniß zu erfahren, welches der in dem Umfange der Figur eingeschlossene Raum zu einer anderen Fläche hat, die als das Maaß oder als die Einheit angenommen wird. Es ist ganz willkürlich, welche Gestalt man dem Maaße der Flächen geben will, gewöhnlich wird aber das Quadrat wegen seiner Bequemlichkeit im Rechnen für dasselbe gewählt. Man nennt das Quadrat, als Flächenmaaß betrachtet, nach Verschiedenheit der Länge der Seiten; ein Quadrat, dessen eine Seite einen Zoll, Fuß, Ruthe, Meile u. s. w. lang ist, heißt ein Quadrat-Zoll, Quadrat-Fuß Quadrat-Ruthe u. s. w.

Wird die Ruthe in zehn Fuß, die Quadrat-Ruthe folglich in hundert Quadrat-Fuß, der Fuß in zehn Zoll, der Quadrat-Fuß also in hundert Zoll u. s. w., oder wird die Ruthe in zwölf Fuß und die Quadrat-Ruthe in 144 Quadrat-Fuß u. s. w. eingetheilt, so behält man, des kürzeren Ausdrucks wegen, die Benennungen Dezimal- und Duodezimal-Maaß auch bei dem Flächenmaaße bei, obgleich man eigentlich das 100theilige und 144theilige sagen sollte. Die Quadrat-Ruthen, Quadrat-Fuß u. s. w. werden gewöhnlich dadurch bezeichnet, daß man die Bezeichnungen des Längenmaaßes beibehält und am Ende der Zählen □dc. oder □ddc. setzt.

8 Ruthen 12 Fuß 50 Zoll Quadrat-Dezimalmaaß.
8^0 $12'$ $50''$ □dc.
10 Ruthen 24 Fuß 6 Zoll Quadrat-Duodezimalmaaß.
10^0 $24'$ $6''$ □ddc.

§. 76.

Das zehntheilige Quadratmaaß kann eben sowohl, als das zehntheilige Längenmaaß in ein zwölftheiliges, und umgekehrt das zwölftheilige in ein zehntheiliges verwandelt wer-

den; denn da 100 zehntheilige Quadratzoll 144 zwölftheilige geben, so hat man ein Verhältniß, nach welchem dieses leicht bewerkstelligt werden kann.

Sollen z. B. 40 Fuß zehntheiliges Quadratmaaß in zwölftheiliges verwandelt werden, so ist der Ansatz nach der Regel de Tri folgender:

100′ □dc. geben 144′ □ddc., was geben 40′ □dc.?

Antwort $\frac{144 \times 40}{100} = 57\frac{60'}{100} = 57\frac{6'}{10}$ □ddc.

Nach diesem darf man nur die gegebene Zahl mit 144 multiplizirén und das Produkt mit 100 dividiren.

Soll der Bruch $\frac{6}{10}$ in Quadratzoll verwandelt werden, so wird 6 mit 144 multiplizirt und das Produkt, durch 10 dividirt, $86\frac{4}{10}$ Quadratzoll geben.

Sollte nun z. B. 24 Zoll zwölftheiliges Quadratmaaß in zehntheiliges verwandelt werden, so wird die gegebene Zahl mit 100 multiplizirt und das Produkt durch 144 dividirt.

Ansatz nach der Regel de Tri:

144″ □ddc. geben 100″ □dc., was geben 24″ □ddc.?

Antwort $\frac{100 \times 24}{144} = 16\frac{2''}{3}$ □dc.

Wenn der Bruch $\frac{2}{3}$ in Quadratlinien verwandelt werden soll, so wird, weil es zehntheiliges Maaß ist, die Zahl 2 mit 100 multiplizirt und das Produkt durch 3 dividirt, wodurch man $66\frac{2}{3}$ Quadratlinien erhält.

§. 77.

Beim zehntheiligen Quadratmaaße können die Fuß sehr leicht zu Zoll, und die Zoll zu Linien gemacht werden, indem man nur zwei Nullen anhängen darf, z. B. es sollen 116 Zoll zu Linien gemacht werden, so hängt man an die Zahl 116 zwei Nullen, und man hat 11600 Linien; sollen aber im entgegengesetzten Falle Linien zu Zoll gemacht werden, so darf man nur die zwei letzten Ziffern abschneiden, weil dieses dasselbe ist, als wenn mit 100 dividirt würde. Beim zwölftheiligen Quadratmaaß muß, wenn Fuß

zu Zoll oder Zoll zu Linien gemacht werden sollen, jedesmal mit 144 multiplizirt oder dividirt werden, woraus sich wieder der Vortheil des zehntheiligen Maaßes im Berechnen ergiebt.

Das zehntheilige Längenmaaß unterscheidet sich also von dem zehntheiligen Quadratmaaße darin, daß bei der Verwandlung des ersten nur eine Null beigesetzt, oder eine Ziffer abgeschnitten werden muß, bei der Verwandlung des zweiten aber zwei Nullen beigesetzt und zwei Ziffern abgeschnitten werden müssen. Es kann also nur immer das Längen- mit dem Längenmaaße und das Flächen- mit dem Flächenmaaße verglichen werden.

Wir wollen hier noch einige Beispiele von zehntheiligen Längen- und Quadratmaaßen in verschiedenen Rechnungsarten anführen; mit dem zehntheiligen Längenmaaß wollen wir den Anfang machen.

Beispiel. 25′ 3″ 6‴ sollen zu 12′ 9″ 4‴ addirt werden. Man setzt die Zahlen nach ihrer verschiedenen Benennung wie gewöhnlich unter einander, welches dasselbe ist, als wenn die Fuß zu Zoll und die Zoll zu Linien gemacht und als solche berechnet werden sollten.

12′	9″	4‴
25	3	6
38′	3″	0‴

Die ganze Summe enthält nach diesem also 38 Fuß 3 Zoll.

Beispiel. Zu 29 Fuß sollen 9 Fuß 3 Zoll 8 Linien addirt werden; wenn in einer Reihe keine Zoll oder Linien angegeben sind, so wird dafür jedesmal eine Null gesetzt, damit die Zahlen stets gleichartig bleiben.

29′	0″	0‴
9	3	8
38′	3″	8‴

Beispiel. Von 82′ 8″ 5‴ sollen 12′ 9″ 6‴ abgezogen (subtrahirt) werden.

$$\begin{array}{r} 82' \; 8'' \; 5''' \\ 12 \;\; 9 \;\; 6 \\ \hline 69' \; 8'' \; 9''' \end{array}$$

Beispiel. Es soll eine Linie von 24′ 6″ 3‴ 6mal so lang gemacht werden; wenn hier mit der Zahl 6 multiplizirt wird, so erhält man die Summe von 147′ 7″ 8‴.

$$\begin{array}{r} 24' \; 6'' \; 3''' \\ 6 \\ \hline 147' \; 7'' \; 8''' \end{array}$$

Beispiel. Eine Linie von 16 Fuß 5 Zoll 8 Linien soll in drei Theile getheilt werden; hier wird mit der Zahl 3 dividirt

$$\begin{array}{l|l} & 3 \\ 16' \; 5'' \; 8''' & 5' \; 5'' \; 2\tfrac{2}{3}''' \\ 15 & \\ \hline \;\; 15 & \\ \;\; 15 & \\ \hline \;\;\;\; 8 & \\ \;\;\;\; 6 & \\ \hline \;\;\;\; 2 & \end{array}$$

§. 78.

Beim Berechnen des zehntheiligen Quadratmaaßes ist der Ansatz mit dem vorhergehenden gleich, und es darf nur das Zeichen des Quadrats beigesetzt werden.

Beispiel. Es sollen 160 □′ 90 □″ 22 □‴ zu 360 □′ 20 □″ 99 □‴ addirt werden.

$$\begin{array}{r} 360' \; 20'' \; 99 \,\square''' \\ 160 \;\; 90 \;\; 22 \;\;\;\; \\ \hline 521' \; 11'' \; 21 \,\square''' \end{array}$$

Sobald die Rechnung vollendet ist, werden bei der Setzung der Zeichen jedesmal zwei Ziffern abgeschnitten, weil 100 Quadratlinien erst einen Quadratzoll, und 100 Quadratzoll einen Quadratfuß ausmachen.

Beispiel. Von 328 □′ 36 □″ sollen 218 □′ 3 □″ 19 □‴ abgezogen werden.

```
 328′ 36″ 00 □‴
 218  03  19
 110′ 32″ 81 □‴
```

Da nun hier in der oberen Reihe keine Linien angegeben sind, so macht man dafür zwei Nullen, und weil die Zahl 3 nur eine Einheit ist, so muß man ihr ebenfalls eine Null vorsetzen, damit die Zahlen regelmäßig unter einander stehen. Dieses Verfahren muß jederzeit beobachtet werden.

§. 79.

Wenn man bei der Quadratrechnung die Grundlinie mit der Höhe eines regelmäßigen Vierecks multiplizirt, so erhält man den Quadratinhalt einer Fläche.

Es halte z. B. die Grundlinie eines regelmäßigen Viereckes 25 Fuß 3 Zoll 7 Linien, die Höhe aber 7 Fuß 2 Zoll 3 Linien, wie viel wird der Flächeninhalt betragen?

Man setzt die Zahlen neben einander und multiplizirt wie gewöhnlich.

```
     2537‴
      723
     7611
    5074
  17759
  183′42″51‴ □
```

Sobald die Rechnung vollendet ist, schneidet man von dem Produkte zwei und zwei Ziffern ab von der Rechten zur Linken, und man erhält die Anzahl der Quadrat-Fuß, Zoll und Linien.

Ein anderes Beispiel. Es halte die Grundlinie eines regelmäßigen Viereckes 224 Fuß 3 Linien, die Höhe aber 33 Fuß 6 Zoll, wie viel wird der Flächeninhalt betragen? Hier ersetzt man die fehlenden Zahlen durch Nullen.

```
     22403‴
      3360
   1344180
   67209
  67209
  7527′40″80‴ □
```

§. 80.

Aufgabe. Den Flächeninhalt eines Quadrats zu finden.

Man multiplizirt die Grundlinie ab mit der Höhe cd; ist z. B. ab = 8 Fuß, cd = 8 Fuß, so ist ist der Inhalt = 64 Quadratfuß.

§. 81.

Aufgabe. Den Flächeninhalt eines Dreiecks zu finden.

Da das Dreieck gerade die Hälfte eines Parallelograms ist, das mit demselben einerlei Grundlinie und Höhe hat, so wird der Inhalt eines Dreiecks gefunden, wenn man die halbe Grundlinie mit der ganzen Höhe multiplizirt, oder auch die ganze Grundlinie mit der ganzen Höhe, und das Produkt durch 2 dividirt.

§. 82.

Aufgabe. Den Flächeninhalt einer Raute zu finden.

Da man jede Raute in ein Rechteck von gleicher Grundlinie und Höhe verwandeln kann, so darf man nur die Grundlinie ab mit der Höhe cd multipliziren, und man erhält den verlangten Inhalt.

§. 83. Fig. 89.

Aufgabe. Den Flächeninhalt eines Paralleltrapezes zu finden.

Zieht man in der Figur die Linie ac, so entstehen die beiden Dreiecke abc und adc; nimmt man die parallelen Seiten als die Grundlinien dieser Dreiecke an, so haben beide einerlei Höhe; werden nun die beiden Dreiecke abc und adc einzeln berechnet und nachher addirt, so erhält man den ganzen Inhalt des Paralleltrapezes. Eben so können auch die Parallellinien ad und ba addirt, mit der Höhe ea multiplizirt und das Produkt durch 2 dividirt werden.

§. 84. Fig. 90.

Aufgabe. Den Flächeninhalt eines Trapezes zu finden.

Zieht man die Diagonale bd, so entstehen die beiden Dreiecke abd und bdc, die, wenn bd ihre gemeinschaft-

liche Grundlinie ist, verschiedene Höhen ae und fc haben; nach diesem berechnet man entweder die beiden Dreiecke abd und bdc einzeln oder addirt die beiden Höhen derselben ae und fc, und multiplizirt sie mit der gemeinschaftlichen halben Diagonallinie bd.

§. 85. Fig. 91.

Aufgabe. Den Flächeninhalt eines gleichseitigen Vieleckes zu finden.

Da die gleichseitigen Vielecke in lauter gleiche Dreiecke zerlegt werden können, so darf nur das Dreieck abd, wovon ab die Grundlinie und cd die Höhe ist, ausgerechnet und das Produkt mit der Anzahl der Seiten multiplizirt werden.

Sollen ungleichseitige Vielecke ausgerechnet werden, so können diese entweder in lauter Dreiecke oder in Trapeze getheilt, als solche berechnet und ihr Inhalt addirt werden.

§. 86.

Aufgabe. Den Flächeninhalt eines Kreises zu finden.

Man verwandelt die Kreisfläche in ein Dreieck, dessen Grundlinie dem Umkreise des Kreises, die Höhe aber dem Halbmesser gleich ist, multiplizirt nun den ganzen Umkreis mit der Hälfte des Halbmessers, oder den ganzen Halbmesser mit der Hälfte des Umkreises, und erhält so den Flächeninhalt des Kreises. Es hält z. B. der Durchmesser eines Kreises 6 Fuß zehntheiliges Maaß, wie groß wird der Flächeninhalt sein?

Man multiplizirt das Quadrat des Halbmessers mit der Zahl 314 und schneidet die zwei letzten Ziffern von dem Produkt von der Rechten zur Linken ab; der Ansatz ist folgender:

6′ Durchmesser = 3′ × 3′ Halbmesser
9
3 14
28′ 26″ □ Flächeninhalt des Kreises.

Auch kann man den Kreis in ein Quadrat verwandeln und als solches berechnen. Multiplizirt man das Quadrat des Durchmessers mit der Zahl 314 und divi-

dirt das Produkt durch 4, so giebt dies, wenn man die zwei letzten Ziffern abschneidet, auch den Inhalt der Kreisfläche. Der Durchmesser wäre z. B. 9′, so ist sein Quadrat 81; dieses, mit der Zahl 314 multiplizirt und mit 4 dividirt, giebt 63 □′, 58½ □″ Flächeninhalt.

```
9′ Durchmesser 9 × 9
               ─────
                  81
                 314 | 4
               ───────────────
               25434 | 63′ 58½ □″
               24    |
               ──    |
                14   |
                12   |
                ──   |
                 23  |
                 20
                 ──
                  34
                  32
                  ──
                   2
```

§. 87.

Aufgabe. Den Flächeninhalt eines Kreisausschnittes zu finden.

Wenn man dieses berechnen will, muß man zuvor wissen, den wievielsten Theil eines Kreises der Ausschnitt in sich enthalte, welches man aus dem Bogen desselben erkennen kann. Der Bogen eines Ausschnittes halte z. B. den achten Theil des ganzen Kreises in sich, so berechnet man zuerst die ganze Kreisfläche und dividirt das Produkt durch 8, wodurch man den Flächeninhalt des Kreisausschnittes erhält. Hält der Bogen eines Kreises z. B. 20 Grad, und der Flächeninhalt des Kreises 4260 Quadratfuß, so giebt die Zahl 4260, mit 20 multiplizirt, 85200, und durch 360 dividirt, 236⅔ Quadratfuß als den Inhalt des Kreisausschnittes.

§. 88. Fig. 92.

Aufgabe. Den Flächeninhalt eines Kreisabschnittes bad zu finden.

Berechnet man erst nach §. 87. den Kreisausschnitt abcd, dann das Dreieck bdc, und zieht den Inhalt des Dreiecks von dem ersteren ab, so giebt der Rest den Inhalt des Abschnittes bad.

§. 89.

Aufgabe. Den Flächeninhalt einer Ellipse zu finden.

Man verwandelt die Ellipse in einen Kreis, welcher, nach diesem berechnet, den verlangten Inhalt der Ellipse giebt.

Erklärung verschiedener in der Geometrie vorkommenden Zeichen.

§. 90.

Um den Vortrag abzukürzen, drückt man die am häufigsten vorkommenden Wörter durch folgende Zeichen aus:

$\ddagger$ Das Zeichen des Parallelseins.
$+$ Das Zeichen der Addition.
$\times$ Das Zeichen der Multiplikation.
$-$ Das Zeichen der Subtraktion.
$:$ Das Zeichen der Division.
$=$ Das Zeichen der Gleichheit.
$\backsim$ Das Zeichen der Aehnlichkeit.
$\cong$ Das Zeichen der Gleichheit und Aehnlichkeit.
$\square$ Das Zeichen des Quadrats.
$<$ Das Zeichen eines Winkels.
Δ Das Zeichen eines Dreiecks.
$A \times A$ oder A^2 bedeutet das Quadrat von A.
$\sqrt{A}$ zeigt die Quadratwurzel aus A oder die Zahl, welche, durch sich selbst multiplizirt, die durch A bezeichnete Zahl zum Produkte hat.
A^3 bedeutet den Kubus von A.
$\sqrt[3]{A}$ zeigt die Kubikwurzel aus A an, oder die Zahl, welche, zweimal durch sich selbst multiplizirt, die Zahl A hervorbringt.

Von der Ausziehung der Quadratwurzel.

§. 91.

Wenn aus einer Zahl die Quadratwurzel ausgezogen werden soll, so muß man diejenige Zahl ausfindig machen, welche, mit sich selbst multiplizirt, die gegebene Zahl hervorbringt. Es ist z. B. die gegebene Zahl 81, so ist die Quadratwurzel hiervon die Zahl 9, weil $9 \times 9 = 81$ ist. Diejenigen Zahlen, wovon sich die Wurzel nicht ohne Rest ausziehen läßt, sind keine vollkommenen Quadratzahlen, so wie 14, 18, 22, 35 u. s. w.

Bei den Zahlen von 2 bis 9 kann das Quadrat aus nicht mehr als zwei Ziffern bestehen, weil 10, als die erste Zahl von zwei Ziffern, schon 100 zu ihrem Quadrat hat. Bei einer Zahl von zwei Ziffern kann das Quadrat nicht mehr als vier Ziffern in sich enthalten, denn 100 giebt schon 10,000 zu ihrem Quadrat. Eine bestimmte Regel ist, daß keine Quadratzahl mehr Ziffern in sich, als das Doppelte ihrer Wurzelzahl enthält.

§. 92.

Wenn man nun eine gegebene Zahl, z. B. 9, in zwei Theile, in 5 und 4 zertheilt, so besteht das Quadrat dieser Zahl in folgenden Produkten: 1) aus dem Quadrat der ersten Zahl 5, 2) aus dem Quadrat der zweiten Zahl 4, und 3) aus dem doppelten Produkte, welches entsteht, wenn man die erste Zahl mit der zweiten multiplizirt. Es ist also das Quadrat von der Zahl $5 = 25$, das Quadrat von $4 = 16$, und die Multiplikation von den Zahlen $5 \times 4 = 20$; dieses addirt $20 + 20 = 40$; folglich $25 + 16 + 40 = 81$, gleich dem Quadrat der Zahl 9. Aus dieser hier angeführten Zergliederung sind die folgenden, bei der Ausziehung der Quadratwurzel nöthigen Regeln zu entnehmen.

§. 93.

Aufgabe. Die Quadratwurzel von der Zahl 60516 auszuziehen.

```
  6,05,16 | 246
  4
 —205
   44
  176
 —2916
   486
  2916
```

Man theilt die ganze Zahl von der Rechten zur Linken in Abtheilungen von zwei Ziffern, wobei es sich öfter trifft, daß die erste Abtheilung nur eine Ziffer erhält, und sucht die Quadratwurzel von der ersten Abtheilung 6, oder der nächst kleineren Quadratzahl 4, welche 2 ist. Diese setzt man als einen Quotienten hinter den senkrechten Strich; das Quadrat davon aber, nämlich 4, unter die erste Abtheilung 6 und zieht 4 von 6 ab, so bleibt 2 als Rest. Zu dem Rest, welcher übrig geblieben ist, wird die nächste Abtheilung 05 heruntergesetzt, und man erhält 205. Als Divisor wird ferner das Doppelte von 2, nämlich 4, gesetzt, jedoch so, daß die letzte Ziffer frei bleibt. Dividirt man 4 in 20, so ist der Quotient 4 *), welches wieder zu dem Quotienten 2 hinzukommt. Die nämliche Zahl 4 setzt man auch zum Divisor 4, und multiplizirt 44 durch den Quotienten 4, so erhält man 176, welches wieder von 205 abgezogen wird. Wird zum Rest wieder die folgende Abtheilung 16 heruntergesetzt, so entsteht 2916. Um zu dieser Zahl den Divisor zu finden, verfährt man wie bei der vorgehenden zweiten Klasse. Man nimmt nämlich den Quotienten 24 doppelt, das ist 48, und setzt sie so, daß wieder die letzte Ziffer frei bleibt;

*) Der Quotient ist hier eigentlich 5, da aber $5 \times 45 = 225$ ist und diese Zahl sich von 205 nicht abziehen läßt, so muß der Quotient um eine Zahl kleiner angenommen werden.

dividirt 4 in 29, so entsteht der Quotient 6, welcher sowohl zu den bereits gefundenen Quotienten, als auch unter die Ziffer 6 gesetzt wird. Multiplizirt man wieder den ganzen Divisor 486 mit 6, so erhält man 2916, welches, von der oberen Zahl abgezogen, keinen Rest giebt. Der erhaltene Quotient ist also die gesuchte Quadratwurzel. Wenn noch mehrere Klassen vorhanden sind, so muß immer auf die nämliche Art fortgefahren werden. Hieraus sieht man, daß nur bei der ersten Klasse die Wurzelzahl gesucht und ihr Quadrat von der oberen Klasse abgezogen werden muß. Bei den folgenden Klassen wird aber jedesmal der doppelte Quotient als Divisor angenommen. Wir wollen hier noch einige Beispiele zur Uebung angeben.

§. 94.

Aufgabe. Die Quadratwurzel von der Zahl 1521 auszuziehen.

```
  15,21 | 39
   9    |
 ------ |
 - 621  |
    69  |
   621
   ---
```

Nachdem man die Ziffern von der Rechten zur Linken abgetheilt, sucht man die Quadratwurzel von der ersten Abtheilung 15 oder der nächst kleineren Quadratzahl 9, welche 3 ist. Diese setzt man hinter den senkrechten Strich; das Quadrat davon aber, nämlich 9, unter die erste Abtheilung 15 und subtrahirt 9 von 15, bleibt 6; zu der übrig gebliebenen Zahl setzt man die folgende Abtheilung 21 herunter und erhält so 621; als Divisor wird das Doppelte von 3, nämlich 6, gesetzt. Dividirt man 6 in 62, so ist der Quotient 9, welcher wieder zu 3 hinzukommt. Setzt man auch die nämliche Zahl 9 zum Divisor 6 und multiplizirt 69 mit dem Quotienten 9, so erhält man 621, welches, von der oberen Zahl abgezogen, keinen Rest giebt. Der erhaltene Quotient 39 ist also die gesuchte Quadratwurzel.

§. 95.

Aufgabe. Die Quadratwurzel von der Zahl 698898 auszuziehen.

```
  69,88,98 | 836
  64       |
 —588      |
  163
  489
  —9998
   1666
   9996
      2
```

Wenn nach der zuletzt geschehenen Abziehung ein Rest übrig bleibt, so läßt sich die Wurzel aus der gegebenen Zahl nicht vollkommen ausziehen. Will man den Rest in Dezimalzahlen auflösen, so darf man nur zwei Nullen hinzusetzen, welches so oft wiederholt wird, als man es für nöthig findet. Die erhaltenen Dezimalzahlen werden durch einen kleinen Strich abgesondert. Da bei dem obigen Beispiel die Zahl 2 übrig geblieben ist, so wollen wir hier dasselbe fortsetzen und die Zahl 2 in Dezimalzahlen auflösen.

```
  69,88,98 | 836,1,4
  64       |
 —588      |
  163
  489
  —9998
   1666
   9996
     —200
      196
        4
```

Der Versuch, ob die Wurzel richtig ausgezogen ist, wird gemacht, wenn man das erhaltene Produkt mit sich selbst multiplizirt, wodurch die gegebene Quadratzahl wieder hervorgebracht wird.

§. 96.

Aufgabe. Wenn die Grundlinie eines rechtwinklichten Dreieckes 60 Fuß enthält, die Höhe 48, wie lang wird dann die Hypothenuse sein?

Das Quadrat der Hypothenuse ist eben so groß, als das Quadrat der beiden Katheten zusammengenommen; man erhebt also 48 und 60 zu Quadraten und addirt sie, wodurch man das Quadrat der Hypothenuse bekommt, aus welchem, um die wirkliche Länge dieser Linie zu erhalten, die Quadratwurzel ausgezogen wird.

Es giebt also 48, das Quadrat 2304, und 60, das Quadrat 3600; beide zusammen addirt 5904 □', wovon man die Wurzel auf folgende Art auszieht:

```
59,04 | 76' 8'' 3''' Länge der Hypothenuse.
49    |
----- |
 1004 |
  146
  876
------
  12800
   1528
  12224
-------
    57600
    15363
    46089
    -----
    11511
```

Von der Flächeneintheilung.

§. 97.

Da es bei verschiedenen Gewerben häufig vorkommt, daß Flächen so eingetheilt werden müssen, um auf diese eine bestimmte Anzahl von Kreisen oder Halbkreisen zeichnen zu können, und dies öfter viel Schwierigkeiten erfordert, so erscheint es wohl nicht überflüssig, wenn dieser Eintheilung der Flächen hier in der Kürze gedacht wird.

An sich bleibt es gleich, ob der Gegenstand der Fläche

von Holz, Blech oder Pappe ist, denn es kommt nur auf die Größe derselben an. Wir wollen hier eine Fläche wählen, welche $13\frac{1}{2}$ Zoll lang und $9\frac{1}{2}$ Zoll breit ist; sollte bei den einzutheilenden Flächen aber ein anderes Maaß angegeben werden, so wird dieses auch leicht einzutheilen sein, wenn man sich mit den folgenden Aufgaben bekannt gemacht hat. Figur 93 ist der verjüngte Maaßstab, nach welchem die Flächen gezeichnet werden.

§. 98. Fig. 94.

Aufgabe. Auf einer Fläche von $13\frac{1}{2}$ Zoll Länge und $9\frac{1}{2}$ Zoll Breite einen Kreis zu zeichnen, der so groß ist, daß er ziemlich den ganzen Raum der Fläche einnimmt.

Da die gegebene Fläche ein Parallelogram ist, so besteht der Kreis, welcher auf derselben gezeichnet werden soll, aus zwei verschiedenen Theilen, welche nachher mit einander verbunden werden. Theilt man die Länge der Fläche in sieben gleiche Theile und nimmt die Weite von drei solchen Theilen in den Zirkel, so ist dieses der Halbmesser zu dem zu zeichnenden Kreise; mit demselben Halbmesser zeichnet man auch den Kreisabschnitt, welcher gerade so groß sein wird, daß er die fehlende Seite des Kreises ersetzt.

§. 99. Fig. 95.

Aufgabe. Auf einer Fläche von $13\frac{1}{2}$ Zoll Länge und $9\frac{1}{2}$ Zoll Breite zwei Halbkreise zu zeichnen, die so groß sind, daß sie die Fläche auf allen Seiten berühren.

Man theilt die Länge der Fläche in sieben gleiche Theile, trägt einen dieser Theile auf die Linie ab von a nach e, so wie auf der Linie cd von d nach f und zieht die Linie ef, welche die Fläche in zwei gleiche Theile theilt; nun setzt man den Zirkel auf die Linie ef, öffnet ihn so weit, daß er die beiden gegenüberstehenden Seiten der Fläche berührt, und beschreibt mit dieser Weite die beiden verlangten Halbkreise.

§. 100. Fig. 96.

Aufgabe. Auf einer Fläche von $13\frac{1}{2}$ Zoll Länge und $9\frac{1}{2}$ Zoll Breite drei Halbkreise zu zeichnen, die so groß sind, daß sie die Seiten der Fläche berühren.

Man theilt die Breite der Fläche in zwei gleiche Theile, nimmt die Weite eines solchen Theiles in den Zirkel und beschreibt damit die drei verlangten Halbkreise.

§. 101. Fig. 97.

Aufgabe. Auf einer Fläche von $13\frac{1}{2}$ Zoll Länge und $9\frac{1}{2}$ Zoll Breite vier Halbkreise zu zeichnen, die so groß sind, daß sie die Seiten der Flächen berühren.

Hier zieht man auf der Fläche die Diagonallinie a b, theilt diese in vier gleiche Theile, nimmt die Weite eines solchen Theiles in den Zirkel und beschreibt mit dieser Weite die vier verlangten Halbkreise.

§. 102. Fig. 98.

Aufgabe. Auf einer Fläche von $13\frac{1}{2}$ Zoll Länge und $9\frac{1}{2}$ Zoll Breite fünf Halbkreise zu zeichnen, die so groß sind, daß sie die Seiten der Fläche berühren.

Man theilt die Breite der Fläche in acht gleiche Theile, nimmt drei von diesen Theilen in den Zirkel und beschreibt mit dieser Weite die vier Halbkreise, welche sich an den Seiten der Flächen befinden, und nach diesem den fünften Halbkreis, welcher sich zwischen den vier ersten befindet.

§. 103. Fig 99.

Aufgabe. Auf einer Fläche von $13\frac{1}{2}$ Zoll Länge und $9\frac{1}{2}$ Zoll Breite sechs Halbkreise zu zeichnen.

Theilt man die Länge der Fläche in vier gleiche Theile, so giebt die Weite eines solchen Theiles den Halbmesser, vermittelst dessen die sechs verlangten Halbkreise beschrieben werden können.

§. 104. Fig. 100.

Aufgabe. Auf einer Fläche von $13\frac{1}{2}$ Zoll Länge und $9\frac{1}{2}$ Zoll Breite acht Halbkreise zu zeichnen.

Theilt man die Breite der Fläche in fünf gleiche Theile, so giebt die Weite von drei solchen Theilen den Durchmesser der verlangten Halbkreise an. Theilt man hierauf die Breite der Fläche wieder in zwei gleiche Theile, so erhält man den Mittelpunkt zu den beiden Halbkreisen a und b, dann zeichnet man die vier Halbkreise c d e f und nach diesem die Halbkreise g h.

§. 105. Fig. 101.

Aufgabe. Auf einer Fläche von 13½ Zoll Länge und 9½ Zoll Breite zehn Halbkreise zu zeichnen.

Man theilt die Länge der Fläche in acht gleiche Theile, und theilt drei von diesen Theilen wieder in zwei gleiche Theile, so erhält man den Halbmesser zu den verlangten Halbkreisen. Nachdem man den Halbmesser gefunden, zeichnet man zuerst die beiden Halbkreise aus den Punkten a und b, dann die Halbkreise c d e und f und nach diesem die Halbkreise g h i k.

§. 106. Fig. 102.

Aufgabe. Auf einer Fläche von 13½ Zoll Länge und 9½ Zoll Breite zwölf Halbkreise zu zeichnen.

Man theilt die Breite der Fläche in vier gleiche Theile, nimmt die Weite eines solchen Theiles in den Zirkel und beschreibt damit die Halbkreise a b c d und nach diesem die Halbkreise e f g h i k l und m.

§. 107. Fig. 103.

Aufgabe. Auf einer Fläche von 13½ Zoll Länge und 9½ Zoll Breite die Modelle (Netze) zu zwei eingesetzten Trichtern (Kegeln) zu zeichnen, welche so groß sind, daß sie die Seiten der Fläche berühren.

Man theilt die Breite der Fläche in neunzehn gleiche Theile und nimmt die Weite von zehn solchen Theilen in den Zirkel, welches den Halbmesser zu dem äußeren Kreise giebt; den Halbmesser des inneren Kreises erhält man, wenn man den des äußeren wieder in zwei Theile

theilt. Setzt man nun den einen Schenkel des Zirkels an die Seiten a und b, dann zeigt der andere Schenkel den Mittelpunkt an, aus welchem die beiden Kreise gezogen werden können. Zieht man nun aus den Punkten a und d die Linien nach dem Mittelpunkt c, so erhält man den Einschnittt des Kreises.

§. 108. Fig. 104.

Aufgabe. Auf einer Fläche von 13½ Zoll Länge und 9½ Zoll Breite die Modelle (Netze) zu drei gleich großen eingesetzten Trichtern (Kegeln) zu zeichnen.

Man theilt die Länge der Fläche in sieben gleiche Theile und nimmt die Weite von zwei solchen Theilen in den Zirkel, welches den Halbmesser des äußeren Kreises giebt; den Halbmesser des inneren Kreises erhält man, wenn der des äußeren in fünf gleiche Theile getheilt und die Weite von zwei solchen Theilen in den Zirkel genommen wird. Nachdem man die Kreise gezeichnet, zieht man von den Punkten, wo sich dieselben durchkreuzen und berühren, nach den Mittelpunkten die Linien da, ea, fb, gb, ic und hc. Durch diese nun gezogenen Linien erhält man die Einschnitte der Kreise.

§. 109. Fig. 105.

Aufgabe. Auf einer Fläche von 13½ Zoll Länge und 9½ Zoll Breite die Modelle (Netze) zu vier gleich großen eingesetzten Trichtern (Kegeln) zu zeichnen.

Man theilt die Länge der Fläche in vier gleiche Theile und beschreibt mit der Weite eines solchen Theiles die beiden Kreise aus den Punkten a und b; hierauf setzt man den einen Schenkel des Zirkels an die gegenüberstehende Seite der Fläche und beschreibt die Kreise aus den Punkten c und d. Nun theilt man den Halbmesser des äußeren Kreises in zwei gleiche Theile und nimmt die Weite eines solchen Theiles als den Halbmesser des inneren Kreises an. Von den Punkten, wo sich die Kreise einander durchkreuzen und berühren, zieht

man nach den Mittelpunkten die Linien ea, fa, gb, hb, id, kd, mc und lc; durch diese nun gezogenen Linien erhält man die Einschnitte der Kreise.

Von der wirklichen Ausmessung der Linien, Winkel und Flächen auf dem Felde oder Bauplatze.

§. 110.

Werkzeuge zur Messung gerader Linien, Winkel und Flächen.

Zum Ausmessen der Linien bedient man sich der Maaßstäbe von 10 bis 20 Fuß; bei großen Flächen von Wiesen und Feldern bedient man sich mit mehrerem Vortheil der Meßkette, die gewöhnlich eine Länge von 5 Ruthen enthält.

Die Meßkette besteht aus einer gewissen Anzahl runder eiserner Stäbe, die, ungefähr so dick wie ein Federkiel, an beiden Enden umgebogen und durch Ringe von geschlagenem Messing mit einander verbunden werden. Wenn die Kette gut gearbeitet ist, so müssen die Mittelpunkte zweier auf einander folgenden Ringe genau um einen Dezimal-Fuß entfernt sein, wenn man wie gewöhnlich die Ruthe in zehn Theile theilt.

An den beiden Enden der Kette wird ein großer Ring von ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser angebracht, damit man durch dieselben die sogenannten Kettenstäbe stecken kann.

Diese Kettenstäbe sind etwa 4 Fuß lange runde Stäbe, und von der Stärke, daß man die an der Kette befindlichen Ringe an derselben herunterlassen kann. Das untere Ende ist ungefähr 2 Zoll hoch, mit Eisen beschlagen, von der Grundfläche an gerechnet, und mit einem Stift versehen, der auf beiden Seiten hervorragt, damit der Ring an jedem Ende der Kette, wenn er heruntergelassen wird, darauf ruhen kann.

Um die Winkel zu messen, bedient man sich des Transporteurs, der in 360 Grade und jeder Grad wieder in 60

Minuten, Sekunden u. s. w. getheilt ist. Außer demselben bedient man sich zum Aufnehmen ganzer Gegenden noch des Meßtisches und der Diopteru-Lineale, wozu noch die Boussole und eine genaue Wasserwage zum Aufstellen des Meßtisches kommt. Da der Meßtisch mit den unbedingt dazu nöthigen Gegenständen gewöhnlich sehr kostspielig ist, und das Verfahren mit demselben nicht wohl durch Beschreibungen, sondern bloß praktisch erlernt werden kann, so wollen wir uns daher zur Ausmessung der Linien, Winkel und Flächen bloß des Maaßstabes bedienen, weil sich denselben Jedermann selbst verfertigen kann.

§. 111.

Aufgabe. Eine gerade Linie mit Stangen abzustecken.

Man steckt an jedes Ende, so wie in die Mitte der Linie in gerader Richtung eine Stange, wodurch man drei Richtungspunkte erhält, tritt dann einige Schritte hinter eine derselben, sieht nun die Richtung entlang und läßt die anderen so stellen, daß sie sich alle einander decken. Auch kann man an den beiden Enden der Linie eine Schnur befestigen, dieselbe straff anziehen und nach dieser die Stangen ausstecken.

§. 112. Fig. 106.

Aufgabe. Einen rechten Winkel auf dem Bauplatze auszustecken.

Man trägt eine beliebige Länge auf einen Stab dreimal, auf den anderen viermal und auf den dritten fünfmal, legt die Endpunkte dieser Stäbe zusammen und zieht die kürzeren mit zwei Schnüren an, wodurch ein rechter Winkel gebildet wird. Bei Zusammenlegung großer Balken bedient man sich gewöhnlich dieses Verfahrens, indem man auf einen derselben 12, auf den anderen 16 und auf einen Stab 20 Fuß aufträgt und die Balken so lange hin und her reibt, bis die Endpunkte mit dem Stabe genau zusammentreffen.

§. 113. Fig. 107.

Aufgabe. Den Lauf eines Flusses zu messen und nach dem verjüngten Maaßstabe auf Papier zu bringen.

Wenn man den Lauf eines Flusses MN bestimmen will, so zieht man längs desselben eine gerade Linie oder mehrere, AB, BC u. s. w., und fällt von den Hauptbiegungen des Flusses auf dieselbe Perpendikulärlinien aA, dd, ee u. s. w., mißt sowohl die Länge derselben, als auch die Entfernung der Linie d, e u. s. w. von A, und trägt sie nach dem verjüngten Maaßstabe auf das Papier. Ist man bis B gekommen, wo die längs des Flusses gezogenen geraden Linien einen Winkel bilden, so mißt man den Winkel ABC und geht auf eben diese Art bis C fort und weiter, wenn es nöthig ist. Durch die gefundenen Punkte a, d, e u. s. w., h, i, k u. s. w. zieht man alsdann eine runde Linie, welche den Lauf des Flusses gewöhnlich so genau bestimmt, als es nöthig ist. Dasselbe Verfahren wird auch in Anwendung gebracht, wenn eine runde Linie ausgemessen und nach dem verjüngten Maaßstabe auf das Papier gezeichnet werden soll.

§. 114. Fig. 108.

Aufgabe. Auf dem Felde eine gerade Linie zu ziehen, welche mit einer Linie MN, die durch die Punkte M, N geht, parallel sei, wenn man zu keinem von diesen Punkten kommen kann.

Man nimmt einen beliebigen Punkt a an, steckt in denselben einen Meßstab und in zwei andere Punkte b und c, welche in der Richtung von aN und aM liegen, ebenfalls Meßstäbe. Dann mißt man die Linien ab, ac mit der Kette oder dem Meßstabe, und verlängert bc auf beiden Seiten gegen d und f. Nun macht man be = ab, cg = ac, und auf der verlängerten Linie bc nimmt man ebenfalls bd = be, cf = bc und setzt in alle diese Punkte d, e, f und g Meßstäbe, damit sie zu bemerken sind. Hierauf verlängert man die Linie ed rückwärts gegen h und geht auf derselben so

lange fort, bis man bei h sieht, daß man mit dem Punkte h und dem Gegenstande M in gerader Linie ist. Sodann setzt man in h einen Stab und mißt die Länge der Linie ch. Die Linie gf verlängert man ebenfalls rückwärts gegen k und geht auf derselben so lange fort, bis man in k sieht, daß man mit dem Punkte c und dem Gegenstande N in gerader Linie ist, steckt in k wieder einen Stab und mißt die Länge der Linie gk. Nachdem die Linien eh, gk gefunden, verlängert man aM und aN rückwärts gegen i und l und macht ai = eh, al = gk, setzt man nun in i und l Stäbe, so ist die Linie il mit MN parallel.

§. 115. Fig. 109.

Aufgabe. Eine gerade Linie über eine Grube zu messen.

In der Richtung des Gegenstandes, nach welchem man hinmißt, steckt man Stangen und mißt den Winkel c und die Linien ca und ab, so wird sich beim Auftragen die Linie cb abschneiden und die Länge davon auf dem verjüngten Maaßstabe finden lassen.

§. 116. Fig. 110.

Aufgabe. Einen dreieckigen Platz auszumessen und auf das Papier zu bringen.

Bei großen Flächen bedient man sich hierzu der Meßkette, bei kleinen Flächen aber kann man die drei Linien ab, bc und ca mit dem Meßstabe messen und die Maaße derselben in einen beiläufigen Handriß schreiben; man nimmt beim Aufzeichnen eine Linie zur Grundlinie, trägt ihr Maaß auf dieselbe und setzt die übrigen mit Durchschneidungen darauf, wie die Figur zeigt.

§. 117.

Aufgabe. Auf einer ebenen Fläche eine gerade Linie mit der Meßkette auszumessen.

Man nimmt die Meßkette und steckt durch die äußersten Ringe derselben die beiden Kettenstäbe, und der vorangehende Kettenzieher versieht sich mit einer gewissen Anzahl kleiner, ein Fuß langer Stäbchen. Nachdem auf diese Art

Alles in Ordnung gebracht ist, setzt der erste Kettenzieher den Kettenstab in den Punkt, von dem dem die Linie an gerechnet werden soll; der zweite aber geht mit der Kette nach dem Gegenstande, nach welchem man hinmißt, so weit fort, bis die Kette ganz ausgespannt ist, und richtet sich durch Hülfe der ausgesteckten Zeichen in die Linie ein; hierauf steckt er den Kettenstab so viel als möglich senkrecht ein, tritt etwas seitwärts und hält ihn frei in der Hand, damit der hintere Kettenzieher sehen kann, ob der Kettenstab und folglich die ganze Kette mit den ausgesteckten Stäben gerichtet ist. Trifft dies nicht genau zu, so ruft der hintere Kettenzieher dem vordersten zu, den Kettenstab mehr links oder rechts zu stecken, bis er findet, daß er in der geraden Linie steht.

Ist dies geschehen, so steckt der vorderste Kettenzieher in das Loch, welches die Spitze des Kettenstabes gemacht hat, einen von den kleinen Stäbchen, die er bei sich hat. Beide Kettenzieher heben die Kette etwas in die Höhe und gehen weiter vorwärts, bis der hinterste an den Punkt kommt, den er an dem eingesteckten Stäbchen erkennt. Dann ruft er dem vordersten halt! zu, zieht das kleine Stäbchen heraus, setzt den Kettenstab in das Loch und beide richten sich in der Linie ein. Wenn dies geschehen, so hebt der vorderste Kettenzieher den Kettenstab in die Höhe, steckt in das Loch, wo er gestanden, wieder einen von den bei sich habenden kleineren Stäben, der hinterste zieht den Kettenstab ebenfalls aus und Beide gehen weiter. Auf diese Art wird so lange fortgefahren, bis sie gegen den Punkt kommen, wo die Linie aufhört; der hinterste Kettenzieher zieht ferner das zuletzt eingesteckte Stäbchen aus und überzählt nun die bei sich habenden Stäbchen. So viel er davon bei sich hat, so vielmal enthält die gemessene Linie die Länge der ganzen Kette.

§. 118. Fig. 111.

Aufgabe. Eine gerade Linie über einen Berg zu messen.

Man nimmt einen Meßstab von 10 Fuß Länge und befestigt vorn ein gleichschenklichtes Dreieck daran, dessen Spitze senkrecht auf dem Punkte 10 steht. Von der Spitze des Dreiecks läßt man eine Schnur mit einem Senkblei herunter, welches man auf- und abziehen kann. Beim Messen legt man den Meßstab so an, daß das Senkblei mit der Schnur genau durch den Punkt 10 geht, wodurch der Meßstab immer wagerecht bleibt, und steckt dort, wo das Senkblei den Boden berührt, einen Stab, an welchen man den Meßstab wieder anlegt und so fortfährt, bis die Linie gemessen ist.

Da Alles, was auf den Bergen gebaut wird, in senkrechter Richtung mit der Grundfläche steht, so muß bei dergleichen Gegenständen auch nur die wagerechte, keinesweges aber die schiefe Linie gemessen werden. Bei Flächen aber, die mit etwas gedeckt werden, z. B. bei Dächern, wird immer die schiefe Linie gemessen und in Anschlag gebracht.

§. 119. Fig. 112.

Aufgabe. Die Höhe einer Mauer oder eines Thurmes zu messen.

Man steckt in einiger Entfernung von dem Gegenstande, welcher gemessen werden soll, eine Stange ab, die ungefähr 5 Fuß hoch ist, läßt hierauf eine andere Stange cd in gerader Richtung mit der Mauer so stecken, daß die drei Punkte acf, wenn man über a hinsieht, sich einander dekken; mißt man nun die Entfernung der beiden Stangen bd, ihre Höhe ab und cd und die Linie be, so wird sich, wenn die Figur aufgezeichnet ist und bei e eine senkrechte Linie errichtet wird, die Höhe ef durch acf abschneiden und auf dem verjüngten Maaßstabe finden lassen. Zu bemerken ist noch, daß bei diesem Verfahren die Visir-Linie sehr genau aufgenommen werden muß.

§. 120. Fig. 113.

Aufgabe. Die Höhe eines Baumes nach seinem Schatten zu messen.

Man steckt einen Stab senkrecht in die Erde und mißt sowohl die Höhe als auch den Schatten desselben; eben so mißt man auch den Schatten des Baumes. Hierauf zieht man auf dem Papiere eine gerade Linie ab, setzt die Länge des kleineren Schattens nach dem verjüngten Maaßstabe von a nach c, die Höhe des Stabes von c nach d senkrecht, die Länge des größeren Schattens von a nach b und zieht auf b eine senkrechte Linie, so wird diese, wenn man ae zieht, in einem bestimmten Punkt e durchschnitten und eb als die Höhe des Baumes auf dem verjüngten Maaßstabe gefunden werden.

§. 121. Fig. 114.

Aufgabe. Ein unregelmäßiges Vieleck auszumessen und auf das Papier zu zeichnen.

Man zertheilt das Vieleck in lauter Dreiecke, mißt alle Seiten und trägt sie als Dreiecke auf.

§. 122. Fig. 115.

Aufgabe. Ein länglichtes Vieleck durch eine gerade Linie ab auszumessen und nach dem verjüngten Maaßstabe auf das Papier zu zeichnen.

Nachdem man die Länge der Linie ab gemessen, errichtet man aus jeder Ecke winkelrechte auf dieselbe und schreibt, wenn man diese gemessen, ihre Längen genau auf, so können die Endpunkte der senkrechten Linie zusammengezogen und die ganze Figur richtig aufgezeichnet werden.

§. 123.

Die rechten Winkel zu errichten, kann man sich eines sogenannten Winkelbrettes (Fig. 116.) bedienen; dies ist ein viereckiges Brett, worauf ein Kreuz rechtwinklig eingeschnitten wird, und welches auf einem unten zugespitzten Fuße befestigt ist. Dieses Instrument steckt man nun auf der Linie ab, den Zeichen der Winkel gegenüber, senkrecht ein, so daß man durch den einen Schnitt die Punkte a und b und durch den anderen die Spitze des gegenüberstehenden Winkels sehen kann; aus den beiden hiedurch be-

stimmten Punkten kann nun die winkelrechte Linie gemessen und auf das Papier aufgetragen werden

§. 124.

Läßt man sich ein hölzernes Kreuz (Fig. 117.) verfertigen, auf welches man zwei winkelrechte Linien zeichnet und am Ende derselben senkrechte Stifte errichtet, so kann man mit diesem ebenfalls rechte Winkel ausstecken, wenn man nach §. 123. verfährt.

§. 125. Fig. 118.

Aufgabe. Die Breite eines Flusses zu messen.

Man errichtet an dem Ufer des Flusses eine Linie ab und merkt sich jenseits des Flusses einen bestimmten Punkt c, zieht in der Richtung von ac eine Linie af rückwärts und mißt den Winkel d, und bei b den Scheitelwinkel e; verlängert man nun die Linie nach der Richtung von bc rückwärts, so kann die Länge ac beim Aufzeichnen der Figur auf dem verjüngten Maaßstabe gefunden werden.

Bei der Messung der Winkel sowohl, als beim Auftragen derselben nach dem verjüngten Maaßstabe muß mit der größten Genauigkeit verfahren werden, denn ohne diese Vorsicht ist durchaus keine Richtigkeit zu erwarten.

§. 126.

Aufgabe. Eine Kreisfläche zu messen und aufzuzeichnen, wenn man in dieselbe nicht hineinkommen kann.

Man steckt drei Stangen aus, mißt nach dieser Richtung dergestalt ein Dreieck um den Kreis herum, daß alle Seiten des Dreiecks den Kreis berühren. Zeichnet man nun das Dreieck auf und sucht den Mittelpunkt desselben, so kann aus diesem der verlangte Kreis beschrieben werden.

§. 127.

Teiche, Moräste, Dörfer u. s. w. schließt man in Figuren ein, deren Umfang und die dabei vorkommenden Winkel gemessen und durch Hülfe der wie §. 113. gezogenen Perpendikulärlinien die dabei vorkommenden Krümmungen bestimmt werden.

§. 128.

Aufgabe. Einen Platz wagerecht abzuebnen (planiren).

Man läßt auf dem Platze nach verschiedenen Richtungen kleine Stäbchen einschlagen, legt ein gerades Richtscheit auf dieselben, auf welches man eine Setzwage stellt, und bemerkt auf den Stäbchen mit Linien die Höhe des wagerecht gehaltenen Richtscheites. Auf diese Art verfährt man mit allen eingeschlagenen Stäbchen. Sind die Höhenpunkte der wagerechten Ebene überall richtig angezeigt, so weiß man, wie viel Erde an einen Ort angeschüttet und an einem anderen hinweggenommen werden muß.

§. 129. Fig. 119.

Aufgabe. Die Schmiege von einem Dachgespärre abzunehmen.

Bildet das Gespärre ein gleichschenklichtes Dreieck, so mißt man die Länge ab, die Höhe cd und dann die Höhe des Kehlbalkens cd; nach diesem Maaße kann das Gespärre nun richtig zugelegt werden. Bildet das Gespärre ein ungleichschenklichtes Dreieck, so müssen die Linien da und db ebenfalls gemessen werden.

§. 130. Fig. 120.

Aufgabe. Die Schmiege zu einem Dachfenster abzunehmen.

Man nimmt ein Winkelmaaß, hält dieses gegen den Sparren cb und sieht darauf, daß die Linie ef senkrecht steht; hierauf mißt man die Länge der Linien df und fe, schreibt die Maaße derselben in einen beiläufigen Handriß und zieht auf dieselben aus den Punkten c und d die Linie de, wodurch man die Zeichnung der Schmiege erhält.

Nach dieser Zeichnung kann nun das Dachfenster in jeder beliebigen Größe angefertigt werden.

Stereometrie.

Das Construiren der Körpernetze.

§. 131.

Erklärung. Wenn man die Oberflächen, welche einen geometrischen Körper umgeben, auf einer geraden Fläche so aneinanderhängend zeichnet, daß sie, wenn sie ausgeschnitten und richtig zusammengebogen sind, einen hohlen Körper bilden, so nennt man diese Zeichnung das Netz eines Körpers. Vermittelst dieser Netze kann man entweder hohle Körper zusammensetzen oder auch andere mit dünnen Flächen überziehen.

Gewöhnlich zeichnet man diese Körpernetze auf Blech, Holz oder Pappe, schneidet sie dann aus und reißt auf dem Netz die Linien, welche abgebogen werden müssen, vermittelst eines spitzigen Instrumentes so tief als nöthig ein, damit sie sich leicht aufbiegen lassen und eine scharfe Kante bilden. Die Seiten der Flächen, welche nun an einander stoßen, werden hierauf zusammengelöthet oder geleimt.

§. 132. Fig. 121.

Aufgabe. Das Netz eines Oktaëders zu zeichnen.

Das Netz des Oktaëders besteht aus acht gleichseitigen Dreiecken. Man zeichnet das gleichseitige Dreieck a b c, zieht durch die Spitze c eine Linie, welche parallel mit der Linie a b läuft, und zeichnet an dem Dreieck a b c noch sieben andere, wie die Figur zeigt.

§. 133. Fig. 122.

Aufgabe. Das Netz eines Rhomboëders zu zeichnen.

Man zeichnet ein gleichseitiges Dreieck a b c, zieht durch die Spitze c die Linie d e parallel mit a b; trägt man nun die Weite a b von c nach d und zieht die Linie a d, so erhält man die Raute a b c d. Hängt man an diese Raute noch fünf andere, wie die Figur zeigt, so giebt dies das Netz eines Rhomboëders.

§. 134. Fig. 123.

Aufgabe. Das Netz eines enteckten Tetraëders zu zeichnen.

Dieses Netz besteht aus vier gleichseitigen Sechsecken und vier gleichseitigen Dreiecken. Man beschreibt einen Kreis und in diesem ein gleichseitiges Sechseck abcdef; durch Verlängerung der Seiten bc, de und fa erhält man die Dreiecke abg, cdh und efi. Hierauf zeichnet man an den Seiten bc, de und fa des Sechseckes noch drei andere von gleicher Größe, und an eins dieser Sechsecke ein gleichseitiges Dreieck klm.

§. 135. Fig. 124.

Aufgabe. Das Netz des Ikosaëders zu zeichnen.

Das Netz des Ikosaëders besteht aus zwanzig gleichseitigen Dreiecken. Man zeichnet ein gleichseitiges Dreieck abc, zieht durch die Spitze c die Linie cd parallel mit ae; hierauf trägt man die Weite ab viermal von b nach e, so wie von c nach d; durch die hierdurch erhaltenen Punkte zieht man nun Parallellinien, durch welche sich dann die übrigen Dreiecke ergeben werden.

§. 136. Fig. 125.

Aufgabe. Das Netz eines Dodekaëders zu zeichnen.

Das Netz des Dodekaëders besteht aus zwölf regulären Fünfecken. Man beschreibt einen Kreis, zeichnet in diesen ein gleichseitiges Fünfeck abcde, und an die Seiten desselben wieder fünf andere von gleicher Größe. Diese sechs Fünfecke werden zweimal gezeichnet und mit einer Seite zusammengehängt. Die Verfahrungsart zeigen die punktirten Linien in der Figur.

§. 137. Fig. 126.

Aufgabe. Das Netz des archimedischen Körpers zu zeichnen.

Das Netz dieses Körpers besteht aus achtzehn Quadraten und acht gleichseitigen Dreiecken. Man zeichnet die Quadrate alle aneinanderhängend, nimmt hierauf die Seite eines Quadrates in den Zirkel und beschreibt mit dieser

Weite aus den Punkten a und b die Kreuzbogen bei c und verbindet die Punkte ac und bc mit Linien. Nach demselben Verfahren zeichnet man nun auch die übrigen Dreiecke.

§. 138. Fig. 127.

Aufgabe. Das Netz eines enteckten Würfels (Hexaëders) zu zeichnen.

Dieses Netz besteht aus sechs regulären Achtecken und acht regulären Dreiecken. Man zieht einen Kreis, zeichnet in diesen ein gleichseitiges Achteck abcdefgh, nimmt hierauf eine Seite des Achtecks in den Zirkel und beschreibt mit dieser Weite aus den Punkten bc, de, fg und ah die Kreuzbogen; bei ikl und m zieht man nun nach allen diesen Punkten Linien, so entstehen vier gleichseitige Dreiecke. Hierauf zeichnet man an das Achteck abhdefgh noch fünf andere von gleicher Größe, und an diese vier Dreiecke, wie die Figur zeigt.

§. 139. Fig. 128.

Aufgabe. Das Netz eines Körpers, welcher von sechs Achtecken, acht Sechsecken und zwölf Quadraten begrenzt wird, zu zeichnen.

Man beschreibt aus dem Punkte a einen Kreis, zeichnet in diesen ein gleichseitiges Achteck, nimmt eine Seite des Achtecks in den Zirkel und beschreibt mit dieser Weite die Kreise b, c, d und e; hierauf zeichnet man in jeden dieser Kreise ein gleichseitiges Sechseck, so wie an das Achteck die Quadrate f, g, h und i. Dann zeichnet man an die Sechsecke b, c, d und e und an die Quadrate f, g, h und i wieder vier Quadrate und vier Achtecke, und nach diesem an die Quadrate und Achtecke vier Sechsecke und vier Quadrate, dann zeichnet man an eins dieser Quadrate noch ein Achteck, wie die Figur zeigt.

§. 140. Fig. 129.

Aufgabe. Das Netz eines Körpers zu zeichnen, der von zwanzig Dreiecken, dreißig Quadraten und zwölf Fünfecken begrenzt wird.

Man zeichnet ein gleichseitiges Fünfeck, und an die Seiten dieses Fünfecks fünf Quadrate. Hierauf zeichnet man an diese Quadrate wieder fünf Fünfecke, fünf Dreiecke u. s. w., bis die Figur vollendet ist.

Dieses Netz wird doppelt gemacht, und das zweitemal werden die mit Diagonalen durchzogenen Quadrate weggelassen.

§. 141. Fig. 130.

Aufgabe. Das Netz eines Körpers zu zeichnen, welcher von zwanzig Dreiecken und zwölf Fünfecken begrenzt wird.

Man beschreibt einen Kreis, zeichnet in diesen ein gleichseitiges Fünfeck abcde und verlängert die Seiten ab, bc, cd, de und ea; hierauf zeichnet man an die verlängerten Seiten fünf Fünfecke und zehn Dreiecke, wie die Figur zeigt.

Dieses Netz ist doppelt zu machen.

§. 142. Fig. 131.

Aufgabe. Das Netz eines Körpers zu zeichnen, welcher von zwölf Zehnecken und zwanzig Dreiecken begrenzt wird.

Man beschreibt aus dem Punkte a einen Kreis, zeichnet in diesen ein gleichseitiges Zehneck, hängt an die Seiten dieses Zehnecks wieder fünf andere Zehnecke und fünf gleichseitige Dreiecke; hierauf zeichnet man an die Zehnecke bcde und f ein gleichseitiges Dreieck.

Dieses Netz wird doppelt gemacht.

§. 143. Fig. 132.

Aufgabe. Das Netz eines Körpers zu zeichnen, welcher von sechs Quadraten und zweiunddreißig gleichseitigen Dreiecken begrenzt wird.

Man zeichnet ein Quadrat abcd, und an jede Seite desselben ein gleichseitiges Dreieck; hierauf zeichnet man an diese Dreiecke die übrigen Dreiecke und Quadrate, wie die Figur zeigt.

§. 144. Fig. 133.

Aufgabe. Das Netz eines Körpers zu zeichnen, welcher von zwölf Fünfecken und achtzig Dreiecken begrenzt wird.

Man beschreibt aus dem Punkte a einen Kreis, zeichnet in diesen ein gleichseitiges Fünfeck, und an jede Seite desselben ein gleichseitiges Dreieck, so wie an die Seiten dieser Dreiecke die übrigen Fünf- und Dreiecke, wie die Figur zeigt.

§. 145. Fig. 136.

Aufgabe. Das Netz eines Rhomboëders zu zeichnen, welcher von fünfzehn gleichseitigen Rauten begrenzt wird.

Man zeichnet zuvor, wenn man dieses Netz construiren will, ein gleichseitiges Fünfeck, adcd Fig. 135. Nach diesem Fünfeck construirt man eine Raute Fig. 134. Die Verfahrungsart ist folgende: man macht nämlich fg Fig. 134. = bc = ab, Fig. 135., eben so de Fig. 134. = ac Fig. 135., dann nimmt man mit dem Zirkel die Weite von bd Fig. 135., und beschreibt mit dieser Weite den größeren Kreis Fig. 136., ebenfalls nimmt man auch die Weite df Fig. 134. und beschreibt damit den kleinen Kreis Fig. 136. Nun zeichnet man in die beiden Kreise fünf gleichseitige Rauten von derselben Größe, wie die in Fig. 134., dann zeichnet man an diese fünf Rauten vermittelst Kreuzbogen noch zehn andere, wie die Figur zeigt.

§. 146. Fig. 137.

Aufgabe. Das Netz eines Körpers zu zeichnen, welcher von zwölf Zehnecken, zwanzig Sechsecken und dreißig Quadraten begrenzt wird.

Man beschreibt aus dem Punkte a einen Kreis, zeichnet in diesen ein gleichseitiges Zehneck und hängt an die Seiten desselben die übrigen Quadrate, Sechs- und Zehnecke, wie die Figur zeigt. Das Netz wird doppelt gemacht und das zweitemal die mit Diagonalen durchzogenen Quadrate weggelassen.

§. 147. Fig. 138.

Aufgabe. Das Netz eines Körpers zu zeichnen, welcher von zwanzig gleichseitigen Sechsecken und zwölf Fünfecken begrenzt wird.

Man beschreibt aus dem Punkte a ein gleichseitiges

Sechseck und zeichnet an eine Seite desselben ein gleichseitiges Fünfeck. Hierauf zeichnet man an das erste Sechseck die übrigen Sechs- nnd Fünfecke, wie die Figur zeigt. Dieses Netz ist doppelt zu machen.

§. 148. Fig. 139.

Aufgabe. Das Netz eines Körpers zu zeichnen, welcher von sechs Quadraten und acht gleichseitigen Dreiecken begrenzt wird.

Man zeichnet ein Quadrat, hängt an die Seiten desselben vier Dreiecke und an diese die übrigen Quadrate und Dreiecke, wie die Figur zeigt.

§. 149. Fig. 140.

Aufgabe. Das Netz zu einer senkrechten Pyramide zu zeichnen, welche ein gleichseitiges Dreieck zur Grundfläche hat.

Man zeichnet die Grundfläche abc, trägt die Höhe der Pyramide von o nach d, und beschreibt mit der Weite ad aus dem Punkt d einen Bogen, auf welchen man die Länge ab von a nach m, so wie von b nach n trägt und diese Punkte mit Linien verbindet.

§. 150. Fig. 141.

Aufgabe. Das Netz eines senkrecht stehenden Cylinders zu zeichnen.

Man theilt den gegebenen Durchmesser des Cylinders in sieben gleiche Theile und trägt zweiundzwanzig solcher Theile auf eine gerade Linie ab, zieht ac und bd wagerecht, trägt die Höhe des Cylinders darauf und zieht die Linie dc. Nun hängt man auf beiden Enden die Kreisfläche nach dem gegebenen Durchmesser daran.

§. 151. Fig. 142.

Aufgabe. Das Netz eines senkrechten Kegels zu zeichnen.

Man beschreibt nach dem Durchmesser der Grundfläche einen Kreis, zieht durch den Mittelpunkt des Kreises die senkrechte Linie ea, trägt die Höhe des Kegels von b nach a und zieht aus a den Bogen cbd. Hierauf theilt man den Durchmesser eb in sieben gleiche Theile, trägt eilf sol-

cher Theile von b nach c, so wie von b nach d, und zieht die Linien ca und da.

§. 152.

Da diese bereits angeführten Körpernetze construirt werden können, ohne daß die geometrische Zeichnung des Körpers selbst dazu nothwendig ist, so habe ich sie in einer eigenen Abtheilung zusammengestellt und den anderen Netzen, welche bei Gewerbtreibenden am häufigsten vorkommen, und zu deren Entwickelung die Zeichnung des Körpers selbst erforderlich ist, vorangehen lassen. Wir wollen nun erst zur Zeichnung und Beschaffenheit der Körper und dann wieder zur Entwickelung der Netze übergehen.

Von den geometrischen Körpern.

§. 153.

Geometrische Körper giebt es zwei Arten, regelmäßige und unregelmäßige; zu den ersten gehören alle die, welche nur von regelmäßigen Flächen eingeschlossen wrrden; alle übrigen sind unregelmäßige Körper.

§. 154.

Die Flächen, welche einen Körper umgeben, nennt man größtentheils Seitenflächen, doch unterscheidet man von diesen noch die Grundfläche. Hiermit bezeichnet man hauptsächlich diejenige, auf welcher ein Körper steht, oder die vermöge ihrer Lage eine besondere Auszeichnung hat.

Diejenigen Linien, in welchen sich die Seitenflächen eines Körpers berühren, werden die Kanten eines Körpers genannt.

§. 155.

Zu den regelmäßigen Körpern gehören: die Ecksäule (Prisma), der Cylinder (Walze), die Pyramide, der Balken (Parallelepipedum), der Kegel (Konus) und die regelmäßigen Körper-Vielecke, zu welchen man auch noch die Kugel rechnet.

§. 156.

Das Prisma ist ein Körper, welcher zwei gegenüberstehende congruente und parallele Fläche hat und von eben

so vielen Parallelogrammen eingeschlossen ist, als die ersten beiden Flächen Seiten haben. Die beiden gleichen und parallel gegenüberstehenden Flächen heißen Grundflächen, und alle übrigen sind die Seitenflächen des Prisma, Fig. 143. Jedes Prisma wird nach der Anzahl der Seiten oder Ecken in der Grundfläche benannt, daher drei-, vier- und vieleckige Prisma. Ist die Grundfläche ein Parallelogramm, so heißt ein solches Prisma ein Parallelepipedum, ist die Grundfläche ein Kreis, dann wird das Prisma zu einem Cylinder (Walze).

Die Höhe eines Prisma ist die senkrechte Linie von einer Grundfläche zur anderen.

Die Seitenflächen eines Prisma können entweder senkrecht auf der Grundfläche stehen, oder schiefe Winkel mit ihr bilden. Im ersten Falle ist das Prisma ein gerades und die Seitenfläche sind Rechtecke; im anderen Falle sind die Seitenflächen Parallelogramme, und das Prisma wird ein schiefes genannt, wenn auch nur einige der Seitenflächen mit der Grundfläche schiefe Winkel bilden.

§. 157.

Der Cylinder (Walze) ist ein Körper, der von zwei gleich großen und gleichlaufenden Kreisen als Grundflächen und von einer krummen Oberfläche eingeschlossen wird, welche die Eigenschaft haben muß, daß eine jede gerade Linie von dem Umkreise der einen Grundfläche, mit derjenigen geraden Linie, welche die Mittelpunkte beider Grundflächen verbindet, gleichlaufend gezogen, nicht nur ganz in die runde Oberfläche falle, sondern auch die andere Grundfläche in ihrem Umkreise schneide.

Diejenige gerade Linie, welche die Mittelpunkte der beiden Grundflächen mit einander verbindet, heißt die Achse des Cylinders.

Ein gerader Cylinder ist, dessen Achse senkrecht auf der Grundfläche steht. (Fig. 144.)

Zwei Cylinder von gleicher Höhe und ungleichen

Grundflächen lassen sich in einen von gleicher Höhe verwandeln, wenn man nämlich die Kreise ihrer Grundflächen in einen einzigen verwandelt und darauf einen von derselben Höhe errichtet.

§. 158.

Die Pyramide ist ein Körper, welcher von so vielen Dreiecken eingeschlossen ist, als die Grundfläche Seiten hat. Die Pyramide ist drei-, vier-, fünfeckigt, sobald die Grundfläche ein Dreieck, Viereck oder Fünfeck ist. Fig. 145. ist eine dreieckige Pyramide, das Dreieck A ist die Grundfläche zu dieser Pyramide.

Es giebt gerade und schiefe Pyramiden; die gestümmelte Pyramide ist eine solche, von welcher der obere Theil mittelst einer Ebene, die mit der Grundfläche parallel, abgeschnitten worden ist.

§. 159.

Hat die Pyramide zur Grundfläche einen Kreis, so wird sie zum Kegel, daher ist der Kegel ein Körper, der von einer runden Oberfläche eingeschlossen wird, welcher die Eigenschaft hat, daß alle, von einem außer der Ebene des Kreises liegenden Punkte nach jedem Punkte der Kreislinie gezogenen geraden Linien ganz in die runde Oberfläche fallen.

Die Achse des Kegels ist die gerade Linie, welche die Spitze desselben mit dem Mittelpunkt seiner Grundfläche verbindet; steht die Achse senkrecht auf der Grundfläche (Fig. 146.), so ist dieses ein gerader Kegel, alle übrigen sind schiefe Kegel.

Wenn ein Kegel mit einer Ebene der Grundfläche gleichlaufend geschnitten wird, so ist der Durchschnitt eine Kreisfläche. Wird ein Kegel oder ein Cylinder nicht parallel, sondern schief mit der Grundfläche geschnitten, so ist die Durchschnittsfläche eine Ellipse.

Jeder Schnitt in einen Kegel, der parallel mit der Grundfläche läuft, schneidet von demselben einen kleinen Kegel ab, welcher dem ganzen ähnlich ist. Den Rest nennt man einen abgekürzten Kegel.

§. 160.

Eine Pyramide ist der dritte Theil eines Prisma, wenn sie mit demselben gleiche Grundfläche und Höhe hat. Ein Kegel ist der dritte Theil eines Cylinders, wenn die Höhen und Grundflächen derselben einander gleich sind.

§. 161.

Ein Körperwinkel ist derjenige, welcher von drei oder mehreren Flächen eingeschlossen wird.

§. 162.

Zu den regelmäßigen Körpern, die aus mehreren ganz gleichen Flächen und Winkeln bestehen oder eingeschlossen werden, gehören:

1) Der Tetraëder, welches ein Körper ist, der von vier gleichseitigen Dreiecken eingeschlossen ist. Da nun der Winkel eines gleichseitigen Dreiecks 60° hält, so geben die drei Dreiecke zusammen $3 \times 60 = 180^\circ$. (Fig. 147.)

2) Der Oktaëder ist ein Körper, welcher von acht gleichen und gleichseitigen Dreiecken eingeschlossen ist; vier gleichseitige Dreiecke bilden hierbei also einen Körperwinkel; folglich hält dieser $4 \times 60 = 240^\circ$. (Fig. 148.)

3) Der Ikosaëder ist ein Körper, der von zwanzig gleichseitigen Dreiecken eingeschlossen wird, woran also fünf gleichseitige Dreiecke einen Körperwinkel bilden, welcher folglich $5 \times 60 = 300^\circ$ in sich enthält. (Fig. 149.)

4) Der Würfel (Kubus, Hexaëder) besteht aus sechs gleich großen Quadraten; drei rechtwinklichte Dreiecke bilden hierbei einen Körperwinkel, welcher daher $3 \times 90 = 270^\circ$ hält. (Fig. 150.)

5) Der Dodekaëder wird von zwölf gleichseitigen Fünfecken eingeschlossen, und es bilden hierbei also drei regelmäßige Fünfecke einen Körperwinkel. Da nun der Winkel eines gleichseitigen Fünfeckes 108° hält, so geben drei solche Winkel $3 \times 108 = 324^\circ$. (Fig. 151.)

Die fünf angeführten Körperarten heißen auch platonische Körper, weil sie zuerst von Plato dargestellt und

erklärt sind. Alle diese Körper haben die Eigenschaft, daß sie sich so in eine Kugel bringen lassen, daß jede Ecke in der Kugeloberfläche liegt, wie die Zeichnungen zeigen.

§. 163. Fig. 152.

Der archimedische Körper, welcher von achtzehn gleichen Quadraten und acht gleichseitigen Dreiecken begrenzt wird, läßt sich ebenfalls im Kreise beschreiben, weil jede Ecke desselben gleich weit vom Mittelpunkt liegt.

§. 164.

Die Kugel (Fig. 153.) ist ein regelmäßiges Körper-Vieleck, welches von unendlich vielen kleinen Vielecken eingeschlossen ist, die alle gleich weit von dem Mittelpunkte entfernt sind und ihre Oberfläche bilden. Die Achse der Kugel ist der Durchmesser, welcher von einem Punkte ihrer Oberfläche auf die entgegengesetzte Seite durch den Mittelpunkt geht. Die Enden der Achse nennt man Pole.

Wenn eine Kugel durch Ebenen geschnitten wird, auf denen die Achse senkrecht steht, so sind die Durchschnitte der Kugel Kreisflächen, deren Mittelpunkte sämmtlich in diese Achse fallen; je näher diese Kreisflächen dem Mittelpunkt liegen, um desto größer sind sie; die größte dieser Kreisflächen ist diejenige, deren Mittelpunkt mit dem der Kugel zusammenfällt.

Eine Kugel verhält sich zu einem Cylinder, dessen Grundfläche dem größten Kreise der Kugel und dessen Höhe dem Durchmesser derselben gleich ist, wie 2 : 3, oder die Kugel ist $\frac{2}{3}$ des Cylinders.

Von der geometrischen Zeichnung der Körper.

§. 165.

Wenn man einen Körper geometrisch zeichnen will, so muß derselbe auf der Bildfläche durch Linien so dargestellt werden, wie er, seiner Form nach, in der Wirklichkeit vorhanden ist; man nimmt daher bei der Abbildung desselben an, daß der Standpunkt des Zeichners unendlich weit von

demselben entfernt sei. In diesem Falle werden die Lichtstrahlen, durch welche der Körper gesehen wird, aus unendlicher Entfernung kommend, als parallele Linien angenommen, welche die Bildfläche in allen ihren Punkten rechtwinklig treffen; woraus es sich ergiebt, daß bei einer geometrischen Zeichnung nur das von dem abzubildenden Gegenstande zu sehen ist, was mit diesen senkrecht ankommenden Lichtstrahlen in einer Richtung liegt.

Wird ein Körper auf einer ebenen Fläche so dargestellt, wie er sich in der Natur, von einem bestimmten Standpunkte aus betrachtet, dem Auge des Zeichners zeigt, so hat man eine perspektivische Zeichnung. In diesem Falle werden die Lichtstrahlen divergirend (auseinandergehend) und bilden die Form eines Kegels, dessen Spitze im Mittelpunkte unseres Auges liegt, und dessen Grundfläche alle die Gegenstände umfaßt, die wir durch diese Lichtstrahlen sehen.

Eine geometrische Zeichnung, nach welcher Künstler und Handwerker arbeiten sollen, dient hauptsächlich dazu, um von einem Gegenstande, welcher gezeichnet werden soll, die wahren Abmessungen, so wie die richtigen und genauen Verhältnisse der verschiedenen Theile durch eine einfache Messung mit dem Zirkel nach dem wirklichen oder nach dem verjüngten Maaßstabe zu erhalten.

Will man einen geometrischen Gegenstand dergestalt construiren, daß man von demselben nach seiner Länge und Breite sowohl, wie von seiner Höhe und inneren Einrichtung die richtige Ansicht erhält, dann sind folgende Zeichnungen hierzu erforderlich: der Auf- oder Standriß, das Profil, der Durchschnitt und der Grundriß.

Der Aufriß ist diejenige Zeichnung, welche die senkrechte Außenseite eines Gebäudes oder Körpers darstellt. Diejenige gerade Linie, auf welcher der Aufriß steht, wird die Basis oder Grundlinie genannt.

Das Profil beschreibt den äußeren Umriß einer Zeichnung und kommt daher bloß nach seinen geometrischen

Maaßen und Vorsprüngen in Betracht; es wird gewöhnlich nur als eine Fläche dargestellt, kann aber auch aus dem Grundriß, wenn auf demselben die verschiedenen Vorsprünge und Ausladungen angezeichnet sind, in den Aufriß gebracht werden.

Der Durchschnitt stellt ein Gebäude oder einen Körper so vor, wie er sich zeigen würde, wenn man ihn vermittelst eines senkrechten Schnittes in zwei Theile durchschneiden und den einen abgeschnittenen Theil wegnehmen würde, wo man dann alle die Gegenstände zu sehen bekommt, welche in der Durchschnittsfläche sich zeigen. Es ist auch nothwendig, daß die Richtung der Linie, welche den Körper senkrecht durchschneidet, auf dem Grundriß durch Buchstaben bezeichnet wird.

Der Grundriß ist eine Zeichnung, welche ein Gebäude oder einen Körper so darstellt, wie sie aussehen würden, wenn sie wagerecht durchschnitten wären. Der Grundriß ist also eine Fläche, welche die Länge und Breite eines Körpers oder Gebäudes anzeigt; auch werden auf demselben alle Vorsprünge des Profils, so wie die inneren Räume, Dicke der Mauern u. s. w. angegeben. Gewöhnlich zeichnet man den Grundriß so, daß er senkrecht unter den Aufriß zu stehen kommt.

§. 166.

Diese oben angeführten Zeichnungen sind für die Baukunst sowohl, als für andere technische Künste unentbehrlich, denn man ist durch sie in den Stand gesetzt, Gegenstände von bedeutender Höhe und großem Umfange nach dem verjüngten Maaßstabe ins Große auszuführen; auch kann man nach diesen Zeichnungen die Netze entwerfen, welches dazu erforderlich sind, um einen Körper nach bestimmter Größe aus verschiedenen Theilen zusammenzusetzen.

§. 167. Fig. 154.

Aufgabe. Einen Sockel, welcher ein Quadrat zur Grundfläche hat, zu zeichnen.

Man zieht die Linie ab als die Basis des Sockels,

errichtet auf dieser eine senkrechte Linie c d, trägt auf derselben die Höhen nach der bestimmten Angabe von c nach e, von e nach f u. s. w. und zeichnet das Profil a n o nach seinen verschiedenen Vorsprüngen. Nach diesem zeichnet man den halben Grundriß (Fig. 155.), welcher senkrecht unter den Aufriß zu stehen kommt. Man verlängert daher die Linie c d von c nach g und h, zieht durch den Punkt g, welches der Mittelpunkt des Grundrisses ist, die Linie i k, trägt die halbe Breite des Sockels a c in den Grundriß von g nach i, k und h, zieht durch diese Punkte die Linien i l, l m und m k und die Diagonallinien l g und g m; dann trägt man die verschiedenen Vorsprünge des Profils senkrecht nach dem Grundriß herunter, und aus den Punkten, wo sich diese Linien mit der Diagonale g l schneiden, zieht man die Linien p q und r s parallel mit l m. Errichtet man nun aus den Punkten q und s senkrechte Linien, so kann man nach diesen die Vorsprünge in der anderen Hälfte des Sockels zeichnen. Man kann auch erst den Grundriß zeichnen und nach demselben die Vorsprünge des Aufrisses abmessen.

§. 168. Fig. 156.

Aufgabe. Einen Sockel zu zeichnen, welcher ein reguläres Sechseck zur Grundfläche hat.

Man zieht die Linie a b als die Basis des Sockels, errichtet auf dieser eine senkrechte c d, trägt auf derselben die Höhen der Platten und Abstufungen von c nach e, von e nach f u. s. w., und zieht durch diese Punkte wagerechte Linien; hierauf zeichnet man das Profil k l m n o nach seinen verschiedenen Vorsprüngen. Nach diesem zeichnet man den halben Grundriß (Fig. 157.) senkrecht unter den Aufriß; man verlängert daher die Linie c d von c nach p, zieht die wagerechte Linie q s, beschreibt aus dem Punkte r einen beliebigen Halbkreis und theilt in diesen die Hälfte eines gleichseitigen Sechsecks. Hierauf zieht man aus den Punkten t und u die Linien t r und u r, verlängert die Linie o a nach q t und trägt die verschiedenen Vorsprünge des Profils

senkrecht auf den Grundriß herunter, bis nach der Linie tr, so wie von tr nach pr, ur und sr, parallel mit tp, pu, us. Aus den Punkten vwxs trägt man nun das Profil in die andere Hälfte des Sockels. In Fig. 156. bildet die Linie cd die vordere, dem Auge des Zeichners entgegentretende Kante des Sockels.

§. 169. Fig. 158.

Aufgabe. Den Aufriß einer Vase zu zeichnen, die ein gleichseitiges Achteck zur Grundfläche hat.

Nachdem man die Linie fg gezogen und die halbe Breite der Vase von h nach f getragen hat, zeichnet man das Profil abcde, zieht durch die Mitte vom Aufriß die senkrechte Linie hi, theilt das Profil von a bis b in eine beliebige Anzahl von Theilen und zieht durch diese Theilpunkte die wagerechten Linien 1, 2, 3. Ferner theilt man das Profil von b bis c und von c bis d auch wieder in beliebige Theile, und zieht ebenfalls durch die Punkte 4, 5 u. s. w. wagerechte Linien. Nun zeichnet man den Grundriß Fig. 159., welcher senkrecht unter den Aufriß zu stehen kommt; da der Grundriß ein gleichseitiges Achteck ist, so zeichnet man das halbe Quadrat klmn und beschreibt in diesem die Hälfte eines gleichseitigen Achteckes auf die Art, wie §. 12. gezeigt wurde, und zieht die Linien po, qo, ro und so. Hierauf zieht man aus c, 11, 10 und d, so wie aus allen anderen Punkten des Profils senkrechte Linien nach dem Grundriß herunter, bis sich diese auf der Gehrung mit der Linie po schneiden; von den Durchschneidungspunkten aus zieht man alle diese Linien, welche man heruntergezogen, parallel mit pq, bis sie sich mit der Linie qo durchschneiden; dann trägt man die Durchschneidungspunkte 10, 11 u. s. w. senkrecht herauf nach dem Aufriß, bis sie sich mit den wagerechten Linien durchschneiden, aus welchen sie heruntergetragen sind, und zeichnet nach diesen Punkten die Gradlinie von t bis u. Auf die hier angeführte Art zeichnet man nun die andere Hälfte des Aufrisses, wie durch die punktirten Linien in der Figur gezeigt ist.

§. 170. Fig. 160.

Aufgabe. Den Aufriß einer sechszehntheiligen Kugel zu zeichnen.

Nachdem man die senkrechte Linie ab gezogen, beschreibt man aus dem Punkte c einen Kreis und theilt den Halbkreis ab in beliebige Theile, hier in acht, und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte wagerechte Linien. Hierauf zeichnet man den Grundriß, Fig. 161.; man beschreibt nämlich mit der Weite des Kugelhalbmessers den Halbkreis fhg, theilt diesen in acht gleiche Theile und zieht aus den hierdurch erhaltenen Punkten die Linien ie, ke, le u. s. w., dann zieht man aus den Punkten 4, 5, 6 und 7, Fig. 160, senkrechte Linien, bis zu der wagerechten Linie fg, Fig. 161., und beschreibt nach den Punkten, wo sich die senkrechten Linien mit der wagerechten durchschneiden, die konzentrischen Halbkreise. Will man nun im Aufriß der Kugel die Gradlinie arqp u. s. w. beschreiben, dann zieht man aus den Punkten lpqr, Fig. 161., senkrechte Linien nach der Figur 160.; wo sich die senkrechten Linien mit den wagerechten 1, 2, 3, 4 u. s. w. durchschneiden, zieht man nun die Gradlinie arqpipqrb; die folgende Gradlinie erhält man, wenn man aus den Durchschneidungspunkten der Linie ke, und die dritte, wenn man aus den Durchschneidungspunkten der Linie ie senkrechte errichtet und nach den in der Fig. 160. hierdurch erhaltenen Durchschneidungspunkten die Bogen zieht. Da diese Figur so gezeichnet ist, daß die eine Kante auf der Mitte des Gesichtskreises steht, so ist die Linie ab auch als eine Gradlinie zu betrachten.

§. 171. Fig. 162.

Aufgabe. Die Gradlinien in einer Thurmkuppel zu zeichnen.

Die Verfahrungsart ist dieselbe, wie bei der Kugel; die Kuppel besteht hier aus sechszehn gleichen Seiten, der halbe Grundriß wird daher in acht gleiche Theile und das Profil in eine beliebige Anzahl von Theilen getheilt, hier in zwölf, welche man senkrecht nach dem Grundriß heruntertrࣔgt, und nach diesen Linien die punktirten Halbkreise beschreibt, nach welchen man die Gradlinien im Aufriß zeichnen kann.

§. 172. Fig. 164.

Aufgabe. Ein Postament zu zeichnen, welches ein ungleichseitiges Achteck zur Grundfläche hat.

Die Verfahrungsart ist dieselbe, wie §. 169. gezeigt wurde, die Linien, welche im Grundriß parallel mit den

Seiten gezogen sind, zeigen die Größen der verschiedenen Vorsprünge und Abstufungen des Postaments an.

§. 173.

Wenn die zu zeichnenden Körper so beschaffen sind, daß sie verschiedenartig gestaltete Grundflächen haben, so wird der Umfang derselben im Grundriß bemerkt und nach diesem der Körper gezeichnet. Fig. 166. ist eine runde Säule, auf welcher eine viereckige Platte liegt; der Grundriß zu diesem Körper ist Fig. 167. Fig. 168. ist ein sechseckiges Prisma, auf welchem eine viereckige Platte liegt, und Fig. 169. ist der dazu gehörige Grundriß.

§. 174. Fig. 170.

Aufgabe. Ein Postament zu zeichnen, welches ein Parallelogram zur Grundfläche und das Profil auf allen Seiten gleiche Ausladung hat.

Nachdem man das Profil gezeichnet und dem Grundriß die bestimmte Länge und Breite gegeben hat, trägt man die Ausladung ab vom Profil in den Grundriß von c nach d und von a nach b und zieht die Linien be und he. Hierauf zieht man die Linien fe und gh, welches die Gehrungslinien sind und die Ecken des Postaments bilden. Würde man die Gehrungslinien nach dem Mittelpunkte o ziehen, so würde die Ausladung des Profils ungleich sein.

In Fig. 172. ist die Durchschnitt-Zeichnung einer Zündmaschine, d. h. das Innere derselben, dargestellt. Fig. 173. ist der dazu gehörige Grundriß.

Zeichnung der Körpernetze, welche auf verschiedene Gegenstände der Gewerbskunde Bezug haben.

§. 175.

Erklärung. Wenn ein Körper zum Modell gegeben ist, nach welchem ein anderer von gleicher Größe und Gestalt verfertigt werden soll, so muß nach dem Profil oder der gebogenen Seite des Körpers eine Schablone (Lehre)

verfertigt werden; diese Schablone dient erstens dazu, um, wenn man sie auf das Papier legt, das Profil danach abzeichnen zu können, und zweitens, daß man den Theilen des Netzes nach ihr die gehörige Rundung und Biegung geben kann, indem man das Netz gegen dieselbe anlegt. Hat man nun allen Netztheilen, welche zu einem Körper gehören, die richtige Biegung gegeben, so verfertigt man sich nach der Lage der Seiten des Grundrisses einen Winkel; dieses Winkels bedient man sich beim Zusammensetzen der Netztheile, damit die Ecken der Körper die richtige Lage der Winkel bekommen. Z. B. man setzt einen Körper aus zwölf oder sechszehn Theilen zusammen und beobachtet dabei nicht die Lage der Winkel, welche die Kanten des Körpers bilden, so werden die letzten Theile, welche man ansetzt, nicht wohl zusammen passen; entweder ist der Körper zu viel im Winkel oder zu viel außer dem Winkel; daher ist es also höchst nothwendig, daß man vorher nach den Seiten des Grundrisses ein Winkelmaaß verfertigt.

§. 176. Fig. 174.

Aufgabe. Das Netz eines Postaments zu zeichnen, welches ein Quadrat zur Grundfläche hat.

Nachdem man den Aufriß gezeichnet, theilt man den geschweiften Bogen von k bis 7 in eine beliebige Anzahl gleicher Theile*), hier in sieben, und zieht aus den Theilungspunkten die wagerechten Linien 1, 2, 3 u. s. w. Dann zieht man Fig. 175. die senkrechte Linie mn, trägt auf diese die sieben Theile des geschweiften Bogens k 7 von m bis 1, von 1 bis 2 u. s. w., und zieht die hierdurch entstandenen Punkte wagerechte Linien; ebenfalls trägt man auch

*) Wenn man eine runde Linie hinsichtlich ihrer Länge auf eine gerade übertragen will, so muß man die runde Linie in so viel Theile eintheilen, daß jeder einzelne Theil nur wenig von einer geraden Linie abweicht. Trägt man dann auf eine gerade Linie eben so viel Theile, wie früher auf die runde, so hat die gerade Linie dieselbe Länge und Ausdehnung, als die runde.

die Weite 7 l, Fig. 174., nach Fig. 175. von 7 nach n. Hierauf trägt man aus Fig. 174. die Weite ak, b1, c2 u. s. w. nach Fig. 175. von m nach a, von 1 nach b, von 2 nach c u. s. w., zieht mit dem Schwungholz oder runden Lineal durch die Punkte a, b, c, d den geschweiften Bogen ah und dann die senkrechten Linien hi.

§. 177. Fig. 176.

Aufgabe. Das Netz eines anderen Postaments, welches ein Quadrat zur Grundfläche hat, zu entwerfen.

Da dieser Körper keine gebogenen Seiten hat, so fällt hier die Eintheilung des Profils weg. Man zieht also, um das Netz zu entwerfen, in Fig. 177. die senkrechte Linie al, nimmt mit dem Zirkel die Weite ab, Fig. 176., und trägt sie von a nach b, in Fig. 177.; eben so trägt man die Weiten bc, cd, de u. s. w. aus Fig. 176. nach Fig. 177., von b nach c, von c nach e, von e nach f u. s. w., und zieht durch die hierdurch entstandenen Punkte b, c, d, e u. s. w. wagerechte Linien. Hierauf trägt man aus der Fig. 176. die Weite ab, md, uf u. s. w. nach Fig. 177., von b nach p, von d nach q, von f nach r u. s. w.; verbindet man nun diese Punkte mit Linien, so erhält man einen Theil des Netzes, nach welchem die anderen drei abgezeichnet werden können.

§. 178. Fig. 178.

Aufgabe. Das Netz eines Postaments, welches ein gleichseitiges Dreieck zur Grundfläche hat, zu zeichnen.

Der Grundriß zu diesem Körper wird so gezeichnet, daß die Spitze c mit dem Mittelpunkte o in wagerechter Richtung liegt; denn würde man die Spitze c senkrecht auf den Punkt o zeichnen, dann würde die Ausladung vom Profil auf beiden Seiten egal sein und nicht die Seiten des Körpers, sondern die Kanten desselben andeuten: die scharfen Kanten der Gehrung von o bis c und von o bis b haben bedeutend mehr Ausladung, als die Seite von f

bis o, daher müßte das Netz viel zu lang werden, wenn es nach der Ausladung co oder bo entnommen würde.

Nachdem man den Grundriß und das Profil gezeichnet, theilt man die Bogen des Profils in beliebige Theile und zieht durch die Theilungspunkte wagerechte Linien; ebenfalls zieht man aus den Punkten l, 10, 9, 8 u. s. w. des Profils die senkrechten Linien pk, ni, mh u. s. w., nach Fig. 179. Aus den Punkten, wo diese nun gezogenen Linien die Linien ao und bo durchschneiden, zieht man die Linien lv, zv u. s. w. parallel mit den Seiten ac und bc. Dann errichtet man Fig. 180. die senkrechte Linie de und trägt d1 aus Fig. 178. von d nach 13, 12 von 13 nach 14, 23 von 14 nach 15 u. s. w., und zieht durch alle diese Punkte wagerechte Linien. Hierauf trägt man aus Fig. 179. die Weite af nach Fig. 180., von e nach p, ferner lg von 23 nach r, mh von 21 nach t u. s. w.; verbindet man nun die Punkte pq, qr, rs u. s. w. mit Linien, so erhält man einen Theil des Netzes zu Fig. 178.

§. 179. Fig. 181—185.

Aufgabe. Die Netze von einem Körper zu entwerfen, welcher ein Parallelogram zur Grundfläche und das Profil auf allen Seiten gleiche Ausladung hat.

Man theilt die Bogen des Profils in beliebige Theile, zieht aus den Theilpunkten die wagerechten Linien 1k, 2l, 3m u. s. w. Hierauf nimmt man die halbe Breite vom Grundriß, nämlich AB, trägt sie in Fig. 181. von g nach D und zieht durch D die senkrechte Linie CE, welches die Mittellinie zu der Seitenansicht ist. Das Netz dieses Körpers besteht aus folgenden verschiedenen Theilen:

1) Das Netz des Deckels, Fig. 185.

Man zeichnet das Parallelogram abcd, gleich dem von Fig. 182., zieht durch die Mitte desselben die wagerechte Linie ef und die senkrechte gh; auf diese nun gezogenen Linien trägt man die Theile ef, f1, 1 2, 2 3, 3 4, 4 5, 5g des Profils Fig. 181. von i nach f, so wie von

b nach h, von a nach g u. s. w., und zieht durch die hierdurch entstandenen Punkte wagerechte und senkrechte Linien. Hierauf trägt man aus Fig. 181. die Weite 5o, 4n, 3m u. s. w. nach Fig. 185. von 5 nach o, von 4 nach n, von 3 nach m u. s. w., ferner trägt man aus Fig. 181. die Weite 5l″, 4k″, 3i″ u. s. w. nach Fig. 185. von 5 nach l″, von 4 nach k″, von 3 nach i″ u. s. w. Verbindet man nun die hierdurch entstandenen Punkte mit Linien, so erhält man die Hälfte des Deckelnetzes zu Fig. 181.

2) Der Netztheil, welcher die vordere Ansicht des Körpers bekleidet.

Man trägt auf die senkrechte Linie, Fig. 183., die Theile des Profils 5g, g6, 67 u. s. w., Fig. 181., von 5 nach g, von g nach 6, von 6 nach 7 u. s. w., und zieht durch alle diese Punkte wagerechte Linien. Hierauf trägt man aus Fig. 181. die Weite gp, 6q, 7r u. s. w. nach Fig. 183, von g nach p, von 6 nach q, von 7 nach r u. s. w., und zieht durch die hierdurch entstandenen Punkte die Bogen.

3) Der Netztheil, welcher die Seitenansicht des Körpers bekleidet.

Dieser Netztheil wird eben so gemacht, wie der vorige, nur mit dem Unterschiede, daß die Breite der wagerechten Linien aus gD, 6m″, 7n″ u. s. w., Fig. 181., entnommen wird.

§. 180. Fig. 186.—188.

Aufgabe. Das Netz eines achteckigen Bechers zu entwerfen.

Man theilt die Biegungen des Profils in beliebige Theile, zieht aus den Theilpunkten die wagerechten Linien 1, 2, 3 u. s. w. Dann zieht man, Fig. 188., die senkrechte Linie fx, trägt auf diese die Theile des Profils, fe, ed, d4 u. s. w. von f nach e, von e nach d, von d nach 4 u. s. w., und zieht durch alle diese Punkte wagerechte Linien. Dann zieht man aus den Punkten r, 1, 2, 3, 4 und e, Fig. 186., die senkrechten Linien pq, ho, ln u. s. w. nach Fig. 187. Hierauf trägt man aus Fig. 187. die Weite bc, gb, ik u. s. w. nach Fig. 188. von f nach g, von e nach

h, von d nach i u. s. w., und verbindet die hierdurch entstandenen Punkte mit Linien. Dann reibt man die Bleilinien im Grundriß aus, welche man von dem Profil fer, Fig. 186., nach demselben heruntergezogen, und verfährt bei den folgenden Theilen des Profils auf dieselbe Art, wie oben gezeigt wurde.

§. 181. Fig. 189.

Aufgabe. Das Netz zu einer sechszehntheiligen Kugel zu zeichnen.

Man beschreibt einen Halbkreis, welcher so groß ist, wie der Durchmesser der Kugel, theilt diesen in acht gleiche Theile, zieht aus den Punkten 1, 2 und 3 die senkrechten Linien 1d, 2e, 3f und aus den Punkten d, e und f die konzentrischen Halbkreise di, eh, fg. Dann zieht man die wagerechte Linie kl, Fig. 190., und trägt auf diese aus Fig. 189. die Weite a1 von k nach 4, 12 von 4 nach 5, u. s. w. so, daß kl die Länge des Halbkreises ao erhält. Hierauf theilt man cp, Fig. 189., in zwei gleiche Theile und zieht die Linie qb; trägt man nun die Weiten qc nach Fig. 190. von 7 nach pp, rv von 6 nach xx, sv von 5 nach xx und tv von 4 nach xx, so erhält man die einzelnen Punkte, welche vermittelst eines runden Lineals zusammengezogen werden können. Verfertigt man nach diesem Netztheil noch fünfzehn andere von gleicher Größe, so kann man aus diesen sechszehn Theilen die verlangte Kugel zusammensetzen. Diese Verfahrungsart ist aber nur bei kleinen Kugeln, welche höchstens 6 Zoll im Durchmesser haben, anwendbar.

§. 182. Fig. 191. — 193.

Aufgabe. Das Netz zu einer sechszehntheiligen Muschel zu entwerfen.

Um den Grundriß zu diesem Körper zu zeichnen, beschreibt man (Fig. 192.) einen Halbkreis, theilt diesen in 16 gleiche Theile und zieht aus 8 von diesen Theilpunkten die Gehrungslinien nach dem Mittelpunkte des Kreises, wie

die Figur zeigt. Dann theilt man das Profil in eine beliebige Anzahl gleicher Theile, hier in zehn, zieht durch die hierdurch entstandenen Punkte die wagerechten Linien a o, 1 p, 2 q u. s. w. Dann zieht man in Fig. 193. die senkrechte Linie b 10, trägt auf diese die Theile a 1, 2 3, 4 5 u. s. w. des Profils, und zieht durch die hierdurch entstandenen Punkte wagerechte Linien. Hierauf zieht man aus den Punkten a, 1, 2, 3 u. s. w., Fig. 191., die senkrechten Linien c b, d 1, e 2 u. s. w. nach Fig. 192., trägt die Weiten b c, d 1, e 2 u. s. w. aus Fig. 192. nach Fig. 193., von b nach c, von 1 nach d, von 2 nach e u. s. w., und zieht durch die Punkte d, e, f, g u. s. w. den Bogen c d e f g h i k l m n.

Dasselbe Verfahren ist auch bei großen Kugeln anwendbar, welche aus sechszehn oder mehr Theilen zusammengesetzt werden sollen; besteht die Kugel aus ungeraden Theilen, z. B. aus neun oder fünfzehn, so wird der Grundriß nach Fig. 191. A. unter dieselbe gezeichnet.

§. 183. Fig. 194. — 199.

Aufgabe. Die verschiedenen Netztheile von einer Verdachung zu entwerfen, welche ein unregelmäßiges Viereck zur Grundfläche und das Profil drei verschiedene Ausladungen hat.

Das Netz zu dieser Verdachung besteht aus drei verschiedenen Theilen; das unregelmäßige Viereck a b c d, Fig. 195., ist der Grundriß, welcher die untere Weite der Verdachung, so wie das Viereck e f g h die Weite der oberen Oeffnung anzeigt; die Seite a d ist gleich der Seite b c. Zu dieser Verdachung gehören drei verschiedene Netztheile:

1) Den Netztheil zu der Seite a b zu entwerfen, zieht man in Fig. 196. die Linie q r, trägt auf diese die Entfernung von q r, Fig. 194., von q nach r, und zieht durch die Punkte q und r die wagerechten Linien a b und e g. Dann nimmt man die Entfernung a i und e n, Fig. 195., trägt sie in Fig. 196. von r nach a und b, so wie von

q nach c und g, und zieht durch die hierdurch entstandenen Punkte die Linien ac und bg.

2) Den Netztheil zu den Seiten ad und bc zu entwerfen, zeichnet man erst das Seitenprofil, Fig. 197., welches die Ausladung dieser Seiten anzeigt. Man zieht die senkrechte Linie wx, trägt auf diese die Höhe st, Fig. 194., zieht die wagerechte Linie xz und trägt auf diese die Entfernung kg und mh, Fig. 195., von x nach y, so wie von x nach z, und zieht die Linien wy und wz. Hierauf zieht man in Fig. 198. die wagerechte Linie gh, trägt auf diese die Entfernung von gh, Fig. 195., und zieht die senkrechten Linien gk und hm. Dann trägt man die Entfernung wz, Fig. 197., von g nach k, so wie die Entfernung wy von h nach m, zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte k und m die Linie bc und macht sie so lang, wie bc in Fig. 195., indem man kb und mc von k nach b und von m nach c trägt. Nach diesem zieht man die Linien bg und hc.

3) Der Netztheil zu der Seite dc. Man zieht die Linie uv, Fig. 199., trägt auf diese die Entfernung von uv, Fig. 194., und zieht die senkrechten Linie fh und dc; hierauf trägt man die Weite pf und ld, Fig. 195., von u nach f und h, so wie von v nach d und c, Fig. 199., und zieht die Linien hc und fd.

Die Seiten ca und gb, Fig. 196., müssen nun dieselbe Länge haben, wie die Seite gb, Fig. 198., ebenfalls müssen die Seiten hc und fd, Fig. 199., so lang sein, wie die Seite hc in Fig. 198.

§. 184. Fig. 200.—204.

Aufgabe. Die verschiedenen Netztheile zu einer Verdachung zu zeichnen, welche ein Viereck zur Grundfläche und das Profil zwei verschiedene Ausladungen hat.

Man theilt das Profil von a bis b in eine beliebige Anzahl von gleichen Theilen, hier in sieben, zieht aus den Theilungspunkten, 1, 2, 3, 4 u. s. w. die wagerechten Li-

nien ac, 1 7, 2 8 u. s. w.; ebenfalls zieht man aus denselben Punkten die senkrechten Linien ef, gh, ik u. s. w. nach dem Grundriß Fig. 201. Hierauf zieht man wieder durch alle Punkte, wo diese Linien die Gehrung von e bis t durchschneiden, die wagerechten Linien von ev bis tx, und von den Punkten, wo sich diese mit der Gehrungslinie vx durchschneiden, die senkrechten vw, xy u. s. w. Zu dieser Verdachung gehören drei verschiedene Netztheile:

1) Der Netztheil zu der Seite ev. Man zieht in Fig. 202. die Linie ab, trägt auf diese die Theile des Profils ab, Fig. 200., von a bis 1, von 1 bis 2, von 2 bis 3 u. s. w., und zieht durch die hierdurch entstandenen Punkte wagerechte Linien; auf diese nun gezogenen Linien trägt man die Weite ze von b bis e, so wie die Weite zv von b bis v u. s. w., bis man auf allen Linien die richtigen Entfernungen von ev bis tx abgetragen hat, dann zieht man durch die hierdurch erhaltenen Punkte die Bogen xv und te. Dieses Netztheil ist doppelt zu machen.

2) Der Netztheil zu der Seite ef. Man zieht in Fig. 203. die senkrechte Linie ab, trägt auf diese dieselben Theile, wie bei Fig. 202., nämlich a1 von a bis 1, 1 2, von 1 bis 2 u. s. w., und zieht durch alle diese Punkte wagerechte Linien. Auf diese nun gezogenen Linien trägt man die Weite ef, Fig. 200., von b nach e, gh von 6 nach g, ik von 5 nach i u. s. w.; durch die hierdurch erhaltenen Punkte zieht man nun den Bogen von e bis t.

3) Der Netztheil zu der Seite vw. Man verlängert in Fig. 201. die senkrechten Linien von vw bis xy nach der Fig. 200. herauf, und durch die Punkte, wo sich die senkrechten mit den wagerechten Linien durchschneiden, zeichnet man das Profil c, 7, 8, 9, 10, 11, 12, d. Hierauf zieht man die senkrechte Linie cd, Fig. 204., trägt auf diese die Entfernung der Punkte c7, 7 8, 8 9 u. s. w. des Profils cd, von c nach 7, von 7 nach 8, von 8 nach 9 u. s. w. Durch die hierdurch entstandenen Punkte zieht man wagerechte Linien und trägt auf diese die Entfernung vw, Fig.

201., von d bis v, so wie xy von c bis x u. s. w., bis man auf allen Linien die richtige Entfernung abgetragen hat; dann zieht man durch die hierdurch erhaltenen Punkte den Bogen von x bis v.

Die Seite ev hat mit der Seite ef gleiche Ausladung, dahingegen die Ausladung der Seite vw bedeutend kleiner ist, welches daher kommt, weil die obere Oeffnung der Verdachung nicht senkrecht auf dem Mittelpunkte der Grundfläche steht. Beim Zusammensetzen der Netztheile kommt der Bogen xv, Fig. 202., an den Bogen xv, Fig. 204., so wie der Bogen te, Fig. 202., an den Bogen te, Fig. 203., daher die Bogen, welche mit einander verbunden werden, von gleicher Länge sein müssen.

§. 185. Fig. 205. — 208.

Aufgabe. Die Netztheile zu einem Körper zu entwerfen, welcher ein Parallelogram zur Grundfläche und das Profil zwei verschiedene Ausladungen hat.

Nachdem man das Profil a, b, c, d, e, f, g gezeichnet, theilt man den Bogen ab in beliebige gleiche Theile und zieht aus allen diesen Punkten wagerechte Linien, so wie aus denselben Punkten die senkrechten Linien uv, st, qr u. s. w. nach Fig. 206.; aus den Punkten, wo diese senkrechten Linien die Gehrungslinie ia durchschneiden, zieht man die wagerechten vb, tc, rd u. s. w. Da hier im Grundrisse die Gehrungslinien nach dem Mittelpunkte gezogen sind, so gehören zu diesem Körper zwei verschiedene Netztheile.

1) Der Netztheil zu der Seite hi, Fig. 206. Man zieht in Fig. 207. die senkrechte Linie ag, trägt auf diese die Theile des Profils a1, von a bis 1, 12 von 1 bis 2 u. s. w., und zieht durch die hierdurch entstandenen Punkte wagerechte Linien. Hierauf trägt man aus dem Grundriß die Weite hi von g bis h, so wie die Weite lk von d bis i, ferner mn von b bis k u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte die Bogen und Linien, wie die Figur zeigt.

2) Der Netztheil zu der Seite iw, Fig. 206. Bevor

man diesen Netztheil entwerfen kann, muß erst das Seiten-Profil im Aufriß gezeichnet werden; dies geschieht auf folgende Art: Man nimmt die Weiten von ab, ac, ad, ae, af, ag und aw, Fig. 206., in den Zirkel und trägt sie nach Fig. 205. von o nach 5, von p nach 6, von q nach 7, von r nach 8 u. s. w., und zeichnet nach den hierdurch entstandenen Punkten das Seitenprofil a, h, k, m, n. Hierauf zieht man, Fig. 108., die senkrechte Linie an, trägt auf diese die Weite a 5, 5 6, 6 7 u. s. w. aus Fig. 205. von a nach 5, von 5 nach 6, von 6 nach 7 u. s. w., und zieht durch die hierdurch entstandenen Punkte wagerechte Linien; auf diese nun gezogenen Linien trägt man die Weite bv, ct, dr u. s. w., aus Fig. 206., von 5 nach u, von 6 nach t, von 7 nach s u. s. w., und zieht durch die hierdurch entstandenen Punkte die Linien, bis die Figur vollendet ist.

§. 186. Fig. 209.—212.

Aufgabe. Die Netztheile zu einer Verdachung zu entwerfen, welche ein ungleichseitiges Achteck zur Grundfläche und das Profil zwei verschiedene Ausladungen hat.

Nachdem man im Aufriß das Profil gezeichnet, theilt man sämmtliche runde Bogen des Profils in beliebige Theile und zieht durch alle Theilungspunkte wagerechte Linien. Hierauf zieht man aus allen Punkten von a bis e die senkrechten Linien bk, cl, dn u. s. w. nach Fig. 210.; aus den Punkten, wo diese Linien die Linie ka durchschneiden, zieht man die Linien rz, qy, px u. s. w. parallel mit der Seite kg, dann theilt man die Seite kg bis s in zwei gleiche Theile und zieht die Linie sa. Zu dieser Verdachung gehören zwei verschiedene Netztheile:

1) Der breite Netztheil zu der Seite gh. Man zieht, Fig. 211., eine senkrechte Linie, trägt auf diese die Theile des Profils, ed, dc, cb, b3 u. s. w. von e bis d, von d bis c, von c bis b u. s. w., und zieht durch die hierdurch entstandenen Punkte wagerechte Linien. Hierauf nimmt man mit dem Zirkel die Weiten ir, hq, gp u. s. w. aus Fig. 210. und trägt diese Weiten in Fig. 211. von e nach n,

von d nach m, von c nach l, von 3 nach i u. s. w., und zieht durch die hierdurch entstandenen Punkte den Bogen f, g, h, i, k und die Linien kl, lm, mn.

2) Der schmale Netztheil zu der Seite kg. Um die Länge dieses Netztheils zu erhalten, muß man erst das Seitenprofil n, o, p, q, r, s, t, u u. s. w., Fig. 209., entwerfen; dieses geschieht auf folgende Art: Man nimmt mit dem Zirkel die Entfernung von sa, ta, ua u. s. w., Fig. 210., trägt die Entfernungen in Fig. 209. von f nach n, von g nach o, von h nach p u. s. w., und zeichnet nach den hierdurch entstandenen Punkten das verlangte Profil. Hierauf trägt man die Weiten ut, ts, sr u. s. w. dieses Profils auf die senkrechte Linie, Fig. 212., von u nach t, von t nach s, von s nach r u. s. w., und zieht durch die hierdurch entstandenen Punkte die wagerechten Linien mu, lt, ks u. s. w., dann nimmt man mit dem Zirkel die Entfernung von rz, qy, px u. s. w., Fig. 210., und trägt diese Entfernung nach Fig. 212. von u nach m, von t nach l, von s nach k u. s. w.; durch die hierdurch entstandenen Punkte zieht man den Bogen efghik und die Linien ik, kl und lm.

Auf dieselbe Art, wie hier gezeigt wurde, verfährt man auch bei allen übrigen Theilen des Profils, bis die beiden Netze vollendet sind. Bevor man aber die Linien, welche vom Profil senkrecht nach dem Grundriß heruntergetragen worden, weglöscht, zeichnet man erst nach diesen Linien die Gradlinien HI und KL im Aufriß.

§. 187. Fig. 213.—217.

Aufgabe. Die verschiedenen Netztheile eines Körpers zu entwerfen, der ein unregelmäßiges Achteck zur Grundfläche und das Profil auf allen Seiten gleiche Ausladung hat.

Man theilt das Profil Fig. 213. von a bis b in eine beliebige Anzahl gleicher Theile, hier in vier, und zieht durch die Theilungspunkte 1, 2, 3 wagerechte Linien. Ferner zieht man aus den Punkten a, 1, 2, 3, b des Profils die senk-

rechten Linien cd, ef, gh u. s. w. nach Fig. 214.; aus den Punkten, wo diese senkrechten Linien die Linie dm durchschneiden, zieht man die Linien ft, hu, kv u. s. w. parallel mit der Seite ds, und aus den Punkten t, u, v, w die wagerechten Linien t6, u5 und v4. Da bei diesem Körper das Profil auf allen Seiten gleiche Ausladung hat, so können auch die Gehrungslinien nicht nach dem Mittelpunkte des Grundrisses gezogen werden. Zu diesem Körper gehören drei verschiedene Netztheile, welche gleiche Höhe, aber verschiedene Breite haben:

1) Der Netztheil zu der Seite sz. Man zieht, Fig. 215., die senkrechte Linie ab, trägt auf diese die Weiten des Profils, a1, 12, 23 u. s. w. von a nach 1, von 1 nach 2, von 2 nach 3 u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte wagerechte Linien. Hierauf nimmt man mit dem Zirkel die Weite von ys, 6t, 5u u. s. w., Fig. 214., und trägt diese Weiten in Fig. 215. von a nach s, von 1 nach t, von 2 nach u u. s. w., und zieht durch die hierdurch entstandenen Punkte die Bogen stuvw.

2) Der Netztheil zu der Seite sd. Man zieht, Fig. 216., die senkrechte Linie ab, trägt auf diese die Weite des Profils a1, 12, 23 u. s. w. von a nach 1, von 1 nach 2, von 2 nach 3 u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte wagerechte Linien. Hierauf nimmt man mit dem Zirkel die Weiten von nd, of, ph u. s. w., Fig. 214., und trägt diese Weiten in Fig. 216. von a nach n, von 1 nach o, von 2 nach p u. s. w., und zieht durch die hierdurch entstandenen Punkte die Bogen nopqr.

3) Der Netztheil zu der Seite dc. Man zieht, Fig. 217., die senkrechte Linie ab, trägt auf diese die Weiten des Profils a1, 12, 23 u. s. w. von a nach 1, von 1 nach 2, von 2 nach 3 u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte wagerechte Linien. Hierauf nimmt man mit dem Zirkel die Weite von dc, fe, hg u. s. w., Fig. 214., trägt diese Weiten in Fig. 217. von a nach d,

von 1 nach f, von 2 nach h u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte die Bogen d f h k m.

§. 188. Fig. 218. — 224.

Aufgabe. Die verschiedenen Netztheile eines Kastens zu entwerfen, welcher ein unregelmäßiges Achteck zur Grundfläche und das Profil zwei verschiedene Ausladungen hat.

Die Seiten b c und c r, Fig. 219., haben gleiche Ausladung, weil die Ausladung von b a = m a ist, dahingegen ist die Ausladung der Seite r II bedeutend kleiner. Zu dieser Figur gehören 1) das Netz des Deckels, und 2) die drei verschiedenen Netztheile, welche die Seitenwände bekleiden.

1) Um das Netz des Deckels zu entwerfen, zeichnet man erst das Profil m, n, o, Fig. 220., welches die Ausladung des Deckels zu der Seite r II anzeigt. Man zieht in Fig. 220. die wagerechte Linie o n, so wie die senkrechte o m, nimmt mit dem Zirkel die senkrechte Höhe p q des Deckels, Fig. 218., und trägt diese Höhe nach Fig. 220., von o nach m. Dann nimmt man die Weite w x, Fig. 219., trägt sie in Fig. 220. von o nach n und zieht aus den hierdurch erhaltenen Punkten die Linie m n. Hierauf zeichnet man, Fig. 221., das Achteck k l q v w von derselben Größe, wie das Achteck k l q v w u. s. w., Fig. 219., und zieht die Mittellinien a n, a p, a h u. s. w. Dann nimmt man die Weite b c, Fig. 218., trägt diese Weite in Fig. 221. von k nach h, so wie von q nach p, und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte h und p die Linien i g und i u parallel mit den Seiten m l und l v. Nun trägt man die Weite h i, Fig. 219., nach Fig. 221. von h nach i und g, und zieht die Linien g l und i m. Ferner nimmt man die Weiten p i und p u, Fig. 219., trägt sie nach Fig. 221. von p nach i und von p nach u, und zieht die Linien i l und u v. Nach diesem nimmt man die Weite m n, Fig. 220., trägt sie nach Fig. 221. von w nach n und zieht die Linie x a parallel mit v w. Hierauf nimmt man die Weite x u, Fig. 219., trägt sie nach Fig. 221. von n nach x und zieht die Linien x v. Dann zeichnet man die folgenden Theile des Deckelnetzes auf dieselbe Art, wie hier beschrieben worden ist.

2) Der Netztheil zu der Seite r II. Man zieht, Fig. 222., die senkrechte Linie a l, trägt auf diese die Weite x y, Fig. 219., von a nach b, so wie die Weite e f, Fig. 218., von b nach c. Ferner trägt man auf die Linie a l, Fig.

222., noch folgende Weiten: die Weite yz, Fig. 219., von c nach d, die Weite gh, Fig. 218., von d nach e, die Weite yz, Fig. 219., von e nach f, die Weite ik, Fig. 218., von f nach g, die Weite yz, Fig. 219., von g nach h, die Weite lm, Fig. 218., von h nach i, die Weite zH, Fig. 219., von i nach k und die Weite no, Fig. 218., von k nach l, und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte wagerechte Linien. Hierauf nimmt man die Weite xu, Fig. 219., und trägt sie nach Fig. 222. von a nach u, so wie die Weiten yt von b, c, f und g nach t, die Weite zs von d, e, h und i nach s, und die Weite Hr von k und l nach r. Durch die hierdurch erhaltenen Punkte zieht man die Linien rr, rs, ss u. s. w.

3) Der Netztheil zu der Seite bc. Man zieht, Fig. 223., die senkrechte Linie al, trägt auf diese die Weiten cd, de, ef, fg u. s. w. des Profils Fig. 218., von a nach b, von b nach c, von c nach d u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte wagerechte Linien. Hierauf nimmt man die Weite hi, Fig. 219., trägt sie nach Fig. 223., von a nach i, so wie die Weite fg von b, c und f nach g, die Weite de von d, e, h und i nach e und bc von k und l nach c. Durch die hierdurch erhaltenen Punkte zieht man die Linien ec, ee, ee u. s. w.

4) Der Netztheil zu der Seite cr. Man zieht, Fig. 224., die senkrechte Linie al, trägt auf diese die Weite cd, de, ef, fg u. s. w. des Profils Fig. 218., von a nach b, von b nach c, von c nach d u. s. w. bis zu dem Punkt l. Da bei diesem Netztheil die Linien iu, gt, es u. s. w. mit der Linie al keinen rechten Winkel bilden, so wird ihre Lage gefunden, wenn man den stumpfen Winkel mco, Fig. 219., mißt und denselben von l nach k und c, Fig. 224., trägt. Man nimmt nämlich die Weite cm, Fig. 219., und beschreibt mit dieser Weite aus dem Punkte l, Fig. 224., einen Bogen, nimmt dann die Weite oc, Fig. 219., und trägt diese Weite nach Fig. 224. von K nach c. Zieht man nun durch die Punkte c und l die Linie cr und trägt die Weite mr, Fig. 219., nach Fig. 224. von l nach r, so ist das Dreieck ckr gleich dem Dreieck cor, Fig. 219. Hierauf zieht man durch die Punkte k, i, h u. s. w., Fig. 224., die Linien es, gt u. s. w. parallel mit cr, nimmt dann mit dem Zirkel die Weite pi, Fig. 219., und trägt sie in Fig. 224. von a nach i, so wie die Weite pu von

a nach u. Ferner trägt man die Weiten og, ne, mc, Fig. 219., nach Fig. 224., von b und f nach g, von h und i nach e und von k und l nach c, so wie die Weiten ot, ns und mr von b und c nach t, von d, e, h und i nach s und von k und l nach r. Durch die hierdurch erhaltenen Punkte zieht man nun die Linien cc, ce, rr, rs u. s. w.

§. 189. Fig. 225.

Aufgabe. Die verschiedenen Netztheile einer Vase zu entwerfen, welche ein unregelmäßiges Achteck zur Grundfläche und das Profil zwei verschiedene Ausladungen hat.

Man zeichnet den Grundriß zu dieser Figur und beobachtet dabei, daß die Seite cd mit der Seite cb gleiche Ausladung hat, indem man die Weite ab auf die Linie fa von a nach f trägt; da nun die Ausladung der Seite de bedeutend kleiner ist, so muß zu dieser Ausladung das Seitenprofil Fig. 227. gezeichnet werden.

Nachdem man das Profil Fig. 225. in beliebige Theile getheilt, zieht man durch die Theilungspunkte wagerechte Linien; ebenfalls zieht man von den Punkten a, b, c, 1, 2 u. s. w des Profils die senkrechten Linien wx, gh, 3 6 u. s. w. in Fig. 226. Aus den Punkten, wo diese nun gezogenen Linien die Gehrungslinie ca durchschneiden, zieht man die Linien xy, hk, 6 12 u. s. w. parallel mit cd, und aus den Punkten y, k, 12 u. s. w. die Linien yz, kl, 12 15 u. s. w. Nun zeichnet man erst das Seitenprofil Fig. 227.

Man zieht eine senkrechte Linie, trägt auf diese die Weite kl, lm, mn, no u. s. w. aus Fig. 225. von k nach l, von l nach m, von m nach n u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte wagerechte Linien. Hierauf nimmt man mit dem Zirkel die Weite az, al, a15 u. s. w., Fig. 226., trägt sie in Fig. 227. von k nach z, von l nach t, von o nach 15 u. s. w., und zeichnet nach diesen Punkten das verlangte Profil. Zu dieser Vase gehören 1) das Netz des Deckels und 2) die verschiedenen Netztheile, welche die Seitenwände bekleiden.

1) Um das Netz des Deckels zu entwerfen, zeichnet man, wie Fig. 228. zeigt, das Achteck wxyz von derselben Größe, wie das Achteck wxyz Fig. 226., zieht die Mittellinien an, ak, ab u. s. w. Dann nimmt man die Weite ab, Fig. 225., trägt diese Weite in Fig. 228. von w nach b, so wie von x nach k, und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte b

und k, die Linien bh und il parallel mit den Seiten wx und xy. Hierauf trägt man die Weite gh, Fig. 226., nach Fig. 228. von b nach h, und zieht die Linie hx. Ferner nimmt man die Weite ih und ik, Fig. 226., trägt sie nach Fig. 228. von k nach i und von k nach l, und zieht die Linien ly und ix. Hierauf nimmt man die Weite zt, Fig. 227., trägt sie nach Fig. 228. von z nach n und zieht die Linie mo parallel mit yp. Dann nimmt man die Weite kl, Fig. 226., trägt sie nach Fig. 228. von n nach m und von n nach o, und zieht die Linien my und op.

2) Der Netztheil zu der Seite de. Man zieht, Fig. 229., die senkrechte Linie ch, trägt auf diese die Theile 15 14, 14 13, 13v u. s. w. des Seitenprofils Fig. 227., von c nach 1, von 1 nach 2, von 2 nach 3 u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte wagerechte Linien. Hierauf nimmt man mit dem Zirkel die Weite von lk, 15 12, 14 11 u. s. w., Fig. 226., trägt sie nach Fig. 229. von c nach k, von 1 nach w, von 2 nach v u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte die Bogen kwvupd.

3) Der Netztheil zu der Seite bc. Man zieht, Fig. 230., die senkrechte Linie ch, trägt auf diese die Theile c1, 1 2, 2 3 u. s. w. des Profils Fig. 225., von c nach 1, von 1 nach 2, von 2 nach 3 u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte wagerechte Linien. Hierauf nimmt man mit dem Zirkel die Weite von gh, 3 6, 2 5 u. s. w., Fig. 226., trägt sie nach Fig. 230. von c nach h, von 1 nach u, von 2 nach t u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte die Bogen hutsnc.

4) Der Netztheil zu der Seite cd. Man zieht, Fig. 231., die senkrechte Linie ch und trägt auf diese die Theile c1, 1 2, 2 3 u. s. w. des Profils Fig. 225., von c nach 1, von 1 nach 2, von 2 nach 3 u. s. w. Da bei diesem Netztheil die Linien hk, uw, tv u. s. w. mit der Linie ch keinen rechten Winkel bilden, so wird ihre Lage gefunden, wenn man den stumpfen Winkel cfo, Fig. 226., mißt und

denselben von d nach 4 und c, Fig. 231. trägt; zieht man nun durch die Punkte c und d die Linien cd, so ist der Winkel cd4 gleich dem Winkel cfo, Fig. 226. Hierauf zieht man durch die Punkte 4, 3, 2 u. s. w. die Linien up, sx, tv u. s. w. parallel mit cd, nimmt dann die Weite ih, Fig. 226., und trägt sie in Fig. 231. von c nach h, so wie die Weite ik von c nach k; ferner trägt man die Weiten 6 9, 5 8, 4 7 u. s. w. aus Fig. 226. nach Fig. 231. von 1 nach u, von 2 nach t, von 3 nach s u. s. w., so wie die Weiten 9 12, 8 11, 7 10 u. s. w. von 1 nach w, von 2 nach v, von 3 nach x u. s. w. Durch die hierdurch erhaltenen Punkte zieht man die Bogen hc und kd. Dann reibt man die Bleilinien, welche man von dem Profil cd, Fig. 225., im Grundriß gezogen, aus, trägt die folgenden Theile des Profils von d bis e senkrecht nach dem Grundriß und verfährt eben so, wie bei den vorigen Theilen.

§. 190. Fig. 232.—242.

Aufgabe: Die verschiedenen Netztheile einer Vase zu zeichnen, welche ein ovalförmiges Sechszehneck zur Grundfläche hat.

Nachdem man das Profil Fig. 232. gezeichnet, theilt man den Bogen von a bis b in eine beliebige Anzahl von gleichen Theilen und zieht durch alle Theilungspunkte wagerechte Linien. Hierauf giebt man dem Grundriß die bestimmte Länge und Breite, zeichnet nach dieser Angabe ein Oval, theilt dieses in sechszehn gleiche Theile und zieht aus diesen Theilpunkten die Seiten BC, CD, DE u. s. w.; aus den Punkten C, D, E u. s. w. zieht man nun die Linien CA, DA, EA u. s. w. Dann zieht man aus den Punkten b, 8, 7, 6 u. s. w. des Profils Fig. 232. die senkrechten Linien 9a, 8b, 7c u. s. w. nach Fig. 233.; aus den Punkten, wo die nun gezogenen Linien die Linie CA durchschneiden, zieht man die Linien ak, bl, cm u. s. w. parallel mit der Seite CD; ebenfalls zieht man die Linien kt, lu, mv u. s. w. parallel mit der Seite DE, ferner die Linien tc′, ud′, ve′ u. s. w. parallel mit der Seite EF, und die Linien c′m′,

d'n', e'o' u. s. w. parallel mit der Seite FG. Nach diesem theilt man die Seiten CD, DE, FG u. s. w. in zwei gleiche Theile und zieht die Linien NA, OA, PA u. s. w.

Bei diesem Körper hat das Profil fünf verschiedene Ausladungen, daher müssen also, bevor man zu Entwerfung der Netze übergeht, die verschiedenen Ausladungen des Profils gezeichnet werden. In Fig. 232. ist das Profil zu der Seite BC, Fig. 234. ist das Profil zu der Seite CD, Fig. 235. ist das Profil zu der Seite DE, Fig. 236. ist das Profil zu der Seite EF und Fig. 237. ist das Profil zu der Seite FG.

Man zieht, Fig. 234., 235., 236. und 237., die senkrechte Linien a l, trägt auf diese die Weiten a c, c d, d e u. s. w. aus Fig. 232. von a nach c, von c nach d, von d nach e, von e nach f u. s. w. Durch die hierdurch entstandenen Punkte zieht man wagerechte Linien. Hierauf nimmt man mit dem Zirkel die Weiten A 9', A 8', A 7' u. s. w., Fig. 233., und trägt sie in Fig. 234. von l nach 9', von k nach 8', von i nach 7' u. s. w. Durch die hierdurch erhaltenen Punkte zeichnet man den Bogen von a bis 9'. Dann nimmt man die Weiten A 9'', A 8'', A 7 u. s. w., Fig. 233., und trägt sie nach Fig. 235.; ebenfalls trägt man die Weiten A 9''', A 8''', A 7''' u. s. w. nach Fig. 236. und die Weiten A 9'''', A 8'''', A 7'''' u. s. w. nach Fig. 237. Durch die hierdurch entstandenen Punkte werden nun die Bogen gezeichnet. Da zu dieser Figur fünf verschiedene Netztheile gehören, so zeichnet man:

1) Den Netztheil zu der Seite BC. Man zieht, Fig. 238., die senkrechte Linie A 9, trägt auf diese die Theile a 1, 1 2, 2 3 u. s. w. des Profils Fig. 232. von A nach 1, von 1 nach 2, von 2 nach 3 u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte wagerechte Linien. Hierauf nimmt man die Weiten a 9, b 8, c 7 u. s. w., Fig. 233., trägt sie auf die wagerechten Linien von 9 nach a, von 8

nach b, von 7 nach c u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenenen Punkte die Bogen adcdefghiA.

2) Den Netztheil zu der Seite CD. Man zieht, Fig. 239., die senkrechte Linie A9', trägt auf diese die Theile a1', 1'2', 2'3' u. s. w. des Profils Fig. 234. von A nach 1', von 1' nach 2' von 2' nach 3' u. s. w.; dann mißt man den Winkel CNU, Fig. 233., trägt diesen nach Fig. 239. aus dem Punkte 9' nach U und a und zieht die Linie ak. Hierauf zieht man die Linien bl, cm, dn u. s. w. parallel mit ak, nimmt die Weiten a9', b8', c7' u. s. w., Fig. 233., und trägt sie von 9' nach a, von 8' nach b, von 7' nach c u. s. w., so wie die Weiten 9'k, 8'l, 7'm u. s. w., Fig. 233., von 9' nach k, von 8' nach l, von 7' nach m u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte die Bogen ihgfedcba und srqponmlk.

3) Den Netztheil zu der Seite DE. Man zieht, Fig. 240., die senkrechte Linie A9'', trägt auf diese die Theile des Profils a1'', 1''2'', 2''3'' u. s. w., Fig. 235.. von A nach 1'', von 1'' nach 2'', von 2'' nach 3 ''u. s. w. Dann trägt man den stumpfen Winkel DOV, Fig. 233., nach Fig. 240. von 9'' nach V undk, und zieht die Linie kt; hierauf zieht man die Linien lu, mo, nw u. s. w. parallel mit kt, nimmt die Weiten k9'', 1 8'', m7'' u. s. w., Fig. 233., und trägt sie von 9'' nach k, von 8'' nach l, von 7'' nach m u. s. w., ebenfalls nimmt man die Weiten 9''t, 8'' u, 7''v u. s. w., Fig. 233., trägt sie von 9'' nach t, von 8'' nach u, von 7'' nach v u. s. w., und zieht durch die hierdurch entstandenen Punkte die Bogen klmnopqrsa und tuvwxyza'b'a.

4) Den Netztheil zu der Seite EF. Man zieht, Fig. 241., die senkrechte Linie a9''', trägt auf diese die Theile des Profils Fig. 236. von a nach 1''', von 1''' nach 2''' u. s. w., dann trägt man den stumpfen Winkel EPW, Fig. 233., von 9''' nach W und t und zieht die Linie tc. Hierauf zieht man die Linien ud', ve', wf' u. s. w. parallel mit tc', nimmt die Weiten t9''', u8''', v7''' u. s. w., Fig. 233.,

und trägt sie von $9'''$ nach t, von $8'''$ nach u, von $7'''$ nach v u. s. w.; ebenfalls nimmt man die Weiten $9'''c'$, $8'''d'$, $7'''e'$ u. s. w., Fig. 233., trägt sie von $9'''$ nach c', von $8'''$ nach d', von $7'''$ nach e' u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte die Bogen $tuvwxyza'b'$ und $c'd'e'f'g'h'i'k'l$.

5) Den Netztheil zu der Seite FG. Man zieht, Fig. 242., die senkrechte Linie $a9''''$, trägt auf diese die Theile des Profils Fig. 237. und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte wagerechte Linien. Hierauf nimmt man die Weiten $9''''m''$ $8''''n'$, $7''''o'$ u. s. w., trägt sie von $9''''$ nach m', von $8''''$ nach n', von $7''''$ nach o' u. s. w. Durch die hierdurch erhaltenen Punkte zieht man die Bogen $m'n'o'p'q'r's't'u'$.

Nach diesem trägt man die Theile des Profils von m bis 15 senkrecht nach dem Grundriß herunter und verfährt bei den folgenden Netztheilen auf dieselbe Art, wie oben gezeigt wurde.

Entwerfung der Netze verschiedener Ofen- und Wasserleitungs-Röhren, so wie die Ellipsimber und Zikloimber zu zeichnen, welche entstehen, wenn zwei Walzen einander durchdringen.

§. 191.

Erklärung. Diese Netze dienen meistentheils dazu, um verschiedene Röhren von Blech nach ihnen zu verfertigen oder auch auf Walzen die Ellipsimber, Zikloimber und dergl. nach ihnen abzuzeichnen. Das Letztere geschieht, wenn man diese Netze auf steifes Papier zeichnet und dann um die Walze herumbiegt.

§. 192.

Wenn eine Walze von einer anderen in senkrechter Richtung durchdrungen wird, daß sich ihre Achsen im rechten Winkel durchschneiden, so giebt der Durchschnitt einen Zikloimber; durchdringen sich aber die Walzen im stumpfen

oder spitzen Winkel, dann ist der Durchschnitt ein Ellipsimber; sobald sich aber die beiden Achsen der durchschneidenden Walzen nicht einander begegnen, sondern über oder unter einander liegen, dann ist der Durchschnitt ebenfalls ein Ellipsimber.

§. 193. Fig. 243.—244.

Aufgabe. Das Netz einer Walze oder eines Cylinder-Rohrs, welches im rechten Winkel an einander gesetzt ist, zu zeichnen.

Man theilt den halben Umkreis des Rohrs in beliebige gleiche Theile, hier in acht, und zieht durch die hierdurch entstandenen Punkte wagerechte Linien nach der Fig. 244. Hierauf zieht man, Fig. 244., die wagerechte Linie a b, trägt auf diese den ganzen Umkreis des Rohrs, nämlich sechszehn Theile, und errichtet auf den hierdurch erhaltenen Punkten senkrechte Linien; durch die Punkte, wo diese senkrechten Linien die wagerechten, welche man aus der Fig. 243. gezogen, durchschneiden, zeichnet man den Bogen c d e f g h i k l. Bei diesem Netz ist die Entfernung von a c und 8 1 gleich der Entfernung e f und g d, Fig. 243.

§. 194. Fig. 245.—248.

Aufgabe. Die verschiedenen Netztheile eines kreisförmig gebogenen Ofenrohrs zu entwerfen.

Diese Röhrenleitung besteht aus sechs verschiedenen Theilen:

1) Das Knie A und B.
2) Das große Bogenrohr C, welches aus zwölf gleichen Theilen besteht.
3) Das kleine Bogenrohr E, welches aus acht gleichen gleichen Theilen besteht.
4) Die beiden geraden Röhren D und F.

Man theilt bei A den halben Umkreis des Rohrs in acht gleiche Theile, zieht durch diese Theilpunkte die wagerechten Linien l e, m f, n g u. s. w. und errichtet auf den

Punkten l, m, n, o, p, q, r senkrechte Linien bis zu der Linie vu. Hierauf setzt man den Zirkel in z und beschreibt aus den Punkten, wo die senkrechten Linien die wagerechte vu durchschneiden, die punktirten Kreisbogen bis zu der Linie wt; dann theilt man die Weite von t bis u in zwei gleiche Theile und zieht die Linie yz. Theilt man nun den halben Umkreis bei F auch wieder in acht gleiche Theile und verfährt im Uebrigen wie bei A, dann hat man die Vorbereitungs-Figur, nach welcher die Netztheile entworfen werden können.

Um den Netztheil zu dem Bogen C zu verfertigen, zieht man, Fig. 246., die Linie ab, trägt auf diese den ganzen Umkreis des Rohrs und zieht durch die hierdurch erhaltenen sechszehn Theilpunkte senkrechte Linien. Hierauf trägt man die Weite ty, Fig. 245., von y nach t in Fig. 246.; ebenfalls werden die folgenden Weiten bis wx nach oben und unten zu von der Mittellinie aus in Fig. 246. abgetragen und durch die hierdurch erhaltenen Punkte die Bogen gezogen.

Der Netztheil zu dem Bogen E wird auf dieselbe Art, wie der vorige, verfertigt.

Um das Netz zu dem Knie A zu verfertigen, zieht man in Fig. 248. die wagerechte Linie ab, trägt auf diese die sechszehn Theile vom ganzen Umkreise des Rohrs und errichtet auf den hierdurch erhaltenen Punkten senkrechte Linien. Dann trägt man die Weite ca, le, mf u. s. w. aus Fig. 245. nach Fig. 248. von a nach c, von 1 nach l, von 2 nach m u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte den Bogen clmno u. s. w

§. 195. Fig. 249.

Aufgabe. Das Netz eines Rohrs, welches im stumpfen Winkel an einander gesetzt ist, zu zeichnen.

Man theilt den halben Umkreis des Rohrs in acht gleiche Theile und zieht durch die Theilpunkte senkrechte Linien. Hierauf zieht man, Fig. 251., die wagerechte Linie

ab, trägt auf diese die Theile des ganzen Umkreises und errichtet auf den hierdurch erhaltenen Punkten senkrechte Linien. Dann trägt man die Weiten bd, sl, rk u. s. w. aus Fig. 249. von a nach d, von 1 nach l, von 2 nach k u. s. w.; durch die hierdurch erhaltenen Punkte zieht man den Bogen dlk u. s. w. Will man auf dem Netze nicht die ganze Länge des Rohrs abtragen, so darf man nur durch das Rohr eine Linie parallel mit der Grundfläche ziehen und nach dieser den Bogen des Netzes abtragen. Der Bogen des Netzes, Fig. 251., ist nach der Linie tv, Fig. 249. abgetragen.

§. 196. Fig. 250.

Aufgabe. Das Netz eines Rohrs, welches im spitzen Winkel zusammengesetzt ist, zu zeichnen.

Die Verfahrungsart ist dieselbe, wie bei der vorigen Aufgabe, daher hat auch diese Figur dieselbe Buchstaben-Bezeichnung.

§. 197. Fig. 253. — 255.

Aufgabe. Die Netztheile eines Cylinderrohrs, welches mit einem kegelförmigen an einander gesetzt ist, zu zeichnen.

Beim Aufzeichnen des Rohrs macht man die wagerechte Linie dm so lang, als die senkrechte ki, theilt den halben Umkreis des Cylinderrohrs in acht gleiche Theile und zieht durch alle diese Theilpunkte wagerechte Linien; eben so theilt man den halben Umkreis der unteren Weite des Kegels in acht gleiche Theile und zieht aus allen diesen Theilpunkten Linien, welche nach dem Punkte g gerichtet sind. Durch die Punkte, wo die senkrechten Linien sich mit den wagerechten durchschneiden, zieht man den Bogen db, welcher dazu dient, um die Netze danach abzutragen; hierauf nimmt man mit dem Zirkel die Weite von ge, Fig. 253., beschreibt mit dieser Weite in Fig. 255. den Kreisbogen ef und trägt auf diesen die Weite vom unteren Durchmesser des Kegels von e bis f und zieht aus den Punk-

ten 1, 2, 3 u. s. w. die Linien nach dem Punkte g. Nach diesem nimmt man mit dem Zirkel die Weiten von dg bis bg, Fig. 253., trägt diese Weiten in Fig. 255. von g nach d, von g nach b u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte den Bogen dbd.

In Fig. 254. zieht man die wagerechte Linie ik, trägt auf diese die Weite vom ganzen Umkreise des Cylinderrohrs und zieht durch alle Theilungspunkte senkrechte Linien. Hierauf nimmt man mit dem Zirkel die Weiten von id u. s. w. bis kb, Fig. 253., trägt diese Weite auf die senkrechten Linien Fig. 254., von i nach d, von 1 nach e u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte den Bogen deb.

§. 198. Fig. 256.—258.

Aufgabe. Das Netz und die Zikloimber zu zeichnen, wenn ein weites Rohr von einem engen in senkrechter Richtung so durchdrungen wird, daß die beiden Achsen sich senkrecht durchschneiden.

Man setzt den Halbmesser cd des engen Rohrs wagerecht neben den Halbmesser ab des weiten Rohrs, beschreibt die Bogen ad und ce, theilt den Bogen ce in vier oder mehr gleiche Theile und zieht durch die Theilungspunkte die Linien mr, nx, ot, pc parallel mit de, wodurch man die Vorbereitungs-Figur erhält.

Um das Netz zu dem engen Rohr zu verfertigen, zieht man, Fig. 257., die wagerechte Linie de, trägt auf diese den ganzen Umkreis des engen Rohrs, nämlich sechszehn Theile; hierauf trägt man die Weite 1m, 2n, 3o und cp aus Fig. 256. nach Fig. 257. von 1 nach m, von 2 nach n, von 3 nach o u. s. w. Durch die hierdurch erhaltenen Punkte zieht man nun den Bogen d, m, n, o u. s. w., wie die Figur zeigt.

Das Netz des weiteren Rohrs wird auf folgende Art verfertigt: Man zieht, Fig. 258., die Linie ab, trägt auf diese den ganzen Umkreis des weiten Rohrs und zieht aus den Punkten a und b die senkrechten Linien ay und bh,

so wie aus dem Punkte h die senkrechte Linie hi. Hierauf nimmt man mit dem Zirkel die Weite hd', Fig. 256., trägt sie nach Fig. 258. von h nach d und zieht durch den Punkt d die wagerechte Linie kd; auf diese trägt man die Weiten dm, mn, no, op aus Fig. 256. von d nach m, von m nach n, von n nach o u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte senkrechte Linien. Dann trägt man die Weiten de, 1r, 2s und 3t aus Fig. 256. nach Fig. 258. von d nach e, von m nach r, von n nach s und von o nach t; durch die hierdurch erhaltenen Punkte zieht man nun die Bogen der Zikloimber. Wird das weite Rohr von dem engen auf beiden Seiten durchdrungen, dann muß die Zeichnung zu der Oeffnung auf der entgegengesetzten Seite des Netzes wiederholt werden. Will man die Ziklo-imber auf der Walze selbst entwerfen, so wird auf dieselbe Art verfahren, wie eben gezeigt wurde.

§. 199. Fig. 259.—261.

Aufgabe. Das Netz und die Ellipsimber zu zeichnen, wenn ein weites Rohr von einem engen in schiefer Richtung so durchdrungen wird, daß ihre Achsen einander begegnen.

Die Linie ab, Fig. 259., zeigt den Durchmesser des weiten Rohrs und die Linie cd den Durchmesser des engen Rohrs an, welches in schiefer Richtung das weite durchbringt; da die schiefe Lage den Winkel kmn bildet, so ist fl die größere Achse, welche durch den schiefen Schnitt entsteht. Man trägt den Halbmesser ck des engen Rohrs von a nach g, so wie die Weite fm von a nach e, und zieht den Bogen einer Viertel-Ellipse eg, welcher, in vier gleiche Theile getheilt, die senkrechten Linien 1o, 2p, 3q giebt. Hierauf theilt man den Halbkreis cd in acht oder mehrere gleiche Theile, zieht aus allen Theilpunkten Parallele mit cf und aus den Punkten o, p, q, r Parallelen mit fl, so geben die Durchschneidungspunkte s, t, u, v, w, x, y

die nöthigen Punkte, nach welchen das Netz und die Ellipsimber gezeichnet werden können.

Um das Netz des kleinen Rohrs zu zeichnen, zieht man, Fig. 260., die wagerechte Linie ab, trägt auf diese den ganzen Umkreis von cd, Fig. 259., und zieht durch alle Theilpunkte senkrechte Linien. Hierauf trägt man die Weite cf, 10s, 11t, 12u u. s. w. aus Fig. 259. von 8 nach f, von 7 nach s, von 6 nach t, von 5 nach u u. s. w. und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte den Bogen.

Auf das Netz des weiten Rohrs zieht man durch den Punkt a, Fig. 261., die senkrechte Linie bc, so wie die wagerechte de, nimmt mit dem Zirkel die Weiten ao, op, pq, qr, Fig. 259., trägt diese Weiten auf die wagerechte Linie von a nach o, von o nach p, von p nach q, von q nach r, und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte senkrechte Linien. Hierauf trägt man die Weiten ml, 7y, 8x, 9w aus Fig. 259. nach Fig. 261. von a nach l, von o nach y, von p nach x und von q nach w; ebenfalls trägt man die Weite mf, 7s, 8t, 9u von a nach f, von o nach s, von p nach t und von q nach u. Durch die hierdurch erhaltenen Punkte zeichnet man die Ellipsimber, nach welcher die Oeffnung in dem Netze gemacht werden kann. Nach demselben Verfahren, wie hier gezeigt wurde, kann man auch die Ellipsimber auf eine Walze zeichnen.

§. 200. Fig. 262.—264.

Aufgabe. Das Netz zu zeichnen, wenn ein weites Rohr oder Walze von einem engen in senkrechter Richtung so durchdrungen wird, daß die Achsen einander nicht begegnen.

Man setzt die beiden Grundflächen der Röhren oder Walzen über einander, theilt den Halbkreis gde in acht gleiche Theile und zieht die senkrechten Linien do, 4p, 5q u. s. w., so ist dieses die Vorbereitungs-Figur.

Um das Netz der kleinen Walze zu zeichnen, zieht man, Fig. 263., die wagerechte Linie ab, trägt auf diese den gan-

zen Umkreis der kleinen Walze und zieht aus den Punkten 1, 2, 3 u. s. w. senkrechte Linien. Hierauf trägt man die Weiten ef, 1 r, 2 q u. s. w., Fig. 262., nach Fig. 263. von 8 nach f, von 7 nach r, von 6 nach q u. s. w.; durch die hierdurch erhaltenen Punkte zieht man nun den Bogen.

Auf das Netz der größeren Walze zieht man in Fig. 264. die Linie ab parallel mit der Grundlinie, trägt auf diese die Theile cx, xw, wu, up u. s. w. aus Fig. 262. von a nach x, von x nach w, von w nach u u. s. w.; durch die hierdurch erhaltenen Punkte zieht man senkrechte Linien und trägt auf diese die Weite d l, 4 3, 5 2 und 6 1, Fig. 262., von o nach d, von t nach 4, von u nach 5 u. s. w.; durch die hierdurch erhaltenen Punkte zeichnet man die Ellipsimber, welche die Oeffnung anzeigt, die auf das Netz gemacht werden soll. Um diese Oeffnung auf die entgegengesetzte Seite zu zeichnen, verfährt man eben so, wie bei dem Vorigen. Nach demselben Verfahren kann man auch die Ellipsimber auf eine Walze zeichnen.

§. 201. Fig. 265.

Aufgabe. Das Netz zu zeichnen, wenn eine Kugel von einem Rohr so durchdrungen wird, daß die Achse des Rohrs nicht durch den Mittelpunkt der Kugel geht.

Zeichnet man den Halbmesser der Kugel ab und den Durchmesser des Rohrs de, wie Fig. 265. zeigt, so dringt das Rohr nach der Richtung von dn und eg in die Kugel. Man zieht nun fb und ng parallel mit ac und theilt die Weite fn in beliebige Theile, aus welchen man die senkrechten Linien 4h, 5i u. s. w. auf die Linie ba herunterzieht, welche die Achse om in 1, 2, 3 und den Halbmesser der Kugel in h, i, k durchschneiden. Hierauf setzt man den Zirkel in 1, 2 und 3 und zieht aus diesen Punkten die Bogen 4w, 5x, 6y, dann setzt man den Zirkel in h und zieht den Bogen uw, aus i den Bogen tx und aus k den Bogen sy. Die Punkte wxy sind nun die Hauptpunkte,

nach welchen man die Ellipsimber auf dem Rohr, wie auch das Netz zu diesem Rohr entwerfen kann.

Um das Netz des Rohrs zu zeichnen, zieht man Fig. 266. die Linie ab, trägt auf diese den ganzen Umkreis des Rohrs von a bis b und errichtet auf den Punkten a, d und b senkrechte Linien. Hierauf trägt man die Weite df, f6, 6 5 u. s. w. aus Fig. 265. nach Fig. 266. von d nach f, von f nach 6, von 6 nach 5 u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte wagerechte Linien. Dann theilt man die Bogen 4w, 5x und 6x in beliebige Theile, trägt diese Theile in Fig. 266. von 4 nach w, von 5 nach x und von 6 nach y. Durch die hierdurch erhaltenen Punkte zieht man den Bogen ryxwn.

§. 202. Fig. 267.

Aufgabe. Das Netz zu zeichnen, wenn ein Kegel von einem Rohr in gerader Richtung so durchdrungen wird, daß die beiden Achsen einander durchschneiden.

Man setzt den Halbmesser wx des Rohrs an den größten Durchmesser des Kegels Aw, beschreibt aus dem Punkte w den Viertelkreis xu, theilt diesen in vier gleiche Theile und zieht aus den Punkten u, 1, 2, 3 die wagerechten Linien ut u. s. w.; aus den Punkten, wo diese wagerechten Linien den Halbkreis ABw durchschneiden, zieht man die Linien, welche nach dem Punkte v gerichtet sind. Hierauf theilt man den Halbkreis ab des kleinen Rohrs in acht gleiche Theile und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte die wagerechten Linien cl, dm, en u. s. w.; durch die Punkte, wo die wagerechten Linien die schiefen vt u. s. w. durchschneiden, zieht man den Bogen klmnopqrs.

Um das Netz des Rohrs zu zeichnen, zieht man in Fig. 268. die Linie b 16, trägt auf diese die Weite vom ganzen Umkreise des Rohrs und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte die Linien bs, ir, hq u. s. w. Hierauf trägt man die Weite bs, ir, hy u. s. w. aus Fig. 267. nach Fig. 268. von b nach s, von i nach r, von h nach

q u. s. w.; durch die hierdurch erhaltenen Punkte zieht man den Bogen s r q p u. s. w.

Zeichnung der Netze verschiedenartig gestalteter Körper, als vier- und achteckiger Pyramiden (Trichter) und dergl.

§. 203. Fig. 269.—272.

Aufgabe. Das Netz einer gestümmelten Pyramide zu entwerfen, welche ein Quadrat zur Grundfläche und auf allen Seiten gleiche Ausladung hat.

Nachdem man die Grundfläche, Fig. 269., und den Aufriß, Fig. 270., gezeichnet, zieht man in Fig. 271. die senkrechte Linie mq, trägt auf diese die Weite kl, Fig. 270., von m nach o und zieht durch die Punkte m und o die wagerechten Linien mn und op. Hierauf nimmt man die Weite ag und ac, Fig. 269., trägt diese Weite nach Fig. 271. von m nach n und von o nach p. Durch die Punkte n und p zieht man nun die Linie nq, wodurch man die Vorbereitungs-Figur erhält.

Um das Netz zu zeichnen, nimmt man mit dem Zirkel die Weiten qn und qp, Fig. 271., und beschreibt mit diesen Weiten die beiden Kreisbogen noprst und puvwx. Hierauf nimmt man die Weite gh, Fig. 269., trägt sie in Fig. 272. von n nach o, von o nach r, von r nach s und von s nach t, und zieht aus den Punkten, welche man hierdurch erhält, die Linien nq, oq, rq u. s. w.; aus den Punkten, wo diese Linien den kleinen Kreisbogen durchschneiden, zieht man die Linien pu, uv, vw, wx.

§. 204. Fig. 273.—276.

Aufgabe. Das Netz einer gestümmelten Pyramide zu zeichnen, welche ein regelmäßiges Achteck zur Grundfläche und auf allen Seiten gleiche Ausladung hat.

Nachdem man den Grundriß, Fig. 273., und den Aufriß, Fig. 274., gezeichnet, zieht man in Fig. 275. die senkrechte Linie hm, trägt auf diese die Weite fg aus Fig. 274.

von h nach i und zieht durch die Punkte h und i die wagerechten Linien hk und il. Hierauf nimmt man die Weiten ab und ac, Fig. 273., trägt diese Weiten in Fig. 275. von h nach k und von i nach l, und zieht durch die Punkte k und l die Linie klm.

Um das Netz zu zeichnen, nimmt man mit dem Zirkel die Weiten mk und ml, Fig. 275., und beschreibt mit diesen Weiten aus dem Punkt n, Fig. 276., die beiden Kreisbogen ps und ot. Hierauf nimmt man die Weite ce, Fig. 273., trägt sie in Fig. 276. von p nach q, von q nach u, von u nach v u. s. w., und verbindet die hierdurch erhaltenen Punkte mit Linien, wie die Figur zeigt.

§. 205. Fig. 277.—280.

Aufgabe. Das Netz eines Körpers zu zeichnen, welcher ein Parallelogram zur Grundfläche und auf allen Seiten gleiche Ausladung hat.

Man zeichnet die Grundfläche, Fig. 277., und nach dieser den Aufriß, Fig. 278. Dann zieht man die senkrechte Linie nu, Fig. 279., nimmt mit dem Zirkel die Weite lm, Fig. 278., trägt diese Weite in Fig. 279. von n nach o und zieht die wagerechten Linien ns und ot. Hierauf trägt man die Weiten kd und ib aus Fig. 277. nach Fig. 279. von n nach r und s, so wie die Weiten kg und ih von o nach q und t, durch die Punkte r und q zieht man die Linie rqp und durch die Punkte st die Linie stu, wodurch man die Vorbereitungs-Figur erhält.

Um das Netz zu zeichnen, nimmt man mit dem Zirkel die Weite us, Fig. 279., und beschreibt mit dieser Weite aus dem Punkte a den Kreisbogen bc, Fig. 280. Hierauf nimmt man die Weite dc, Fig. 277., trägt diese Weite in Fig. 280. von b nach c und zieht die Linien bc, ca und ba. Dann nimmt man die Weite pr, Fig. 279., trägt diese Weite in Fig. 280. auf die Linie ba von b nach d, wodurch man den Punkt d erhält, aus welchem man den Bogen be zieht. Nun trägt man die Weite bd, Fig. 277.,

nach Fig. 280. von b nach e, und zieht die Linien be und de. Ferner nimmt man die Weite ut, Fig. 279., und beschreibt mit dieser Weite aus dem Punkte a, Fig. 280., den Bogen gf und zieht die Linie gf; ebenfalls beschreibt man mit der Weite pq, Fig. 279., aus dem Punkte d, Fig. 280., den Bogen hg und zieht die Linie gh. Die andere Hälfte des Netzes wird auf dieselbe Art verfertigt, wie hier gezeigt worden ist.

§. 206. Fig. 281.—284.

Aufgabe. Das Netz eines Körpers zu zeichnen, welcher ein ungleichseitiges Achteck zur Grundfläche und auf allen Seiten gleiche Ausladung hat.

Nachdem man die Grundfläche und den Aufriß gezeichnet, zieht man in Fig. 283. die senkrechte Linie iq, trägt die Weite rs, Fig. 282., von i nach k und zieht die wagerechten Linien in und ko. Hierauf trägt man die Weite ad, Fig. 281., nach Fig. 283. von i nach n, so wie die Weite bg von i nach l, ferner trägt man die Weite af von k nach o und die Weite bh von k nach m; durch die hierdurch erhaltenen Punkte zieht man nun die Linien lmp und noq, wodurch man die Vorbereitungs-Figur erhält.

Um das Netz zu zeichnen, nimmt man mit dem Zirkel die Weite qn, Fig. 283., und beschreibt mit dieser Weite aus dem Punkt g, Fig. 284., den Bogen pr. Hierauf trägt man die Weite cd aus Fig. 281. von r nach p und zieht die Linien rg, pg und rp. Dann nimmt man die Weite pl, Fig. 283., trägt diese Weite in Fig. 284. auf die Linie pg von p nach b und beschreibt aus dem Punkte b den Bogen pn. Hierauf trägt man die Weite cg aus Fig. 281. nach Fig. 284. von p nach n und zieht die Linien nb und pn. Ferner nimmt man die Weiten qo und pm, Fig. 283., beschreibt damit aus den Punkten g und b, Fig. 284., die Bogen sq und qo und zieht die Linien oq und qs. Auf dieselbe Art, wie hier gezeigt wurde, verfährt man nun, bis das Netz vollendet ist.

§. 207. Fig. 285. — 288.

Aufgabe. Das Netz eines Körpers zu zeichnen, welcher ein ungleichseitiges Achteck zur Grundfläche und auf allen Seiten gleiche Ausladung hat.

Nachdem man die Grundfläche und den Aufriß gezeichnet, zieht man, Fig 287., die senkrechte Linie oy, trägt auf diese die Weite mn, Fig. 286., von o nach p und zieht die wagerechten Linien ow und px. Hierauf trägt man die Weiten ad, bl und ci aus Fig. 285. nach Fig. 287., von o nach w, von o nach t und von o nach q; eben so trägt man die Weiten ag, bk und ch von p nach x, von p nach u und von p nach r; durch die hierdurch erhaltenen Punkte zieht man die Linien qs, tv, wy.

Um das Netz zu zeichnen, nimmt man die Weite yw, Fig. 287., in den Zirkel und beschreibt mit dieser Weite aus dem Punkte a, Fig. 288., den Kreisbogen bc, trägt auf diesen die Weite de aus Fig. 285. von c nach b und zieht die Linien ca, ba und cb. Hierauf nimmt man die Weite sq, Fig. 287., trägt diese Weite nach Fig. 288. von c nach f und beschreibt aus dem Punkte f den Bogen cg; ferner trägt man die Weite ei, Fig. 285., von c nach g und zieht die Linien cg und gf; dann nimmt man die Weite vt, Fig. 287., trägt diese Weite nach Fig. 288. auf der Linie gf von g nach k, beschreibt aus dem Punkte k den Bogen gi, trägt die Weite il, Fig. 285., von g nach i und zieht die Linien gi und ik. Auf dieselbe Art, wie hier gezeigt worden, verfährt man nun, bis das Netz vollendet ist.

§. 208. Fig. 289. — 291.

Aufgabe. Das Netz eines Körpers zu verfertigen, welcher eine gleichseitige Raute zur Grundfläche hat.

Nachdem man den Grundriß, Fig. 289., gezeichnet, zieht man, Fig. 290., die senkrechte Linie kr, trägt auf diese die senkrechte Höhe vom Rande des Körpers, von k nach l, und zieht die wagerechten Linien pk und ql.

Hierauf trägt man die Weiten ab und ae aus Fig. 289. nach Fig. 290. von k nach p und m; ebenfalls trägt man die Weite ai und af von l nach n und q, und zieht durch die Punkte m, n und p q die Linien mo und pr. Hierauf nimmt man mit dem Zirkel die Weiten rp, rq, on und om, Fig. 290., beschreibt mit diesen Weiten aus dem Punkte a, Fig. 291., die Kreisbogen bcd, ef, ghi und kl, und errichtet auf dem Punkte a die senkrechte Linie ca. Dann trägt man die Weite db, Fig. 289., nach Fig. 291., von c nach e und f, so wie von e nach b und von f nach d, und verbindet die hierdurch erhaltenen Punkte mit Linien.

§. 209. Fig. 292. — 294.

Aufgabe. Das Netz eines Trichters zu zeichnen, welcher ein Quadrat zur Grundfläche, die obere Oeffnung aber nicht senkrecht auf dem Mittelpunkte der Grundfläche steht.

Das Quadrat bcde zeigt die untere Weite und das Quadrat fhgi die obere Oeffnung des Trichters an.

Nachdem man in Fig. 293. die bestimmte Höhe des Trichters von k bis l abgetragen, zieht man die wagerechten Linien pk und ql, trägt aus Fig. 292. die Weiten ac und ab von k nach m und p; ebenfalls trägt man die Weiten ah und af aus Fig. 292. nach Fig. 293. von l nach q und n; durch die hierdurch erhaltenen Punkte zieht man die Linien mno und pqo. Hierauf nimmt man mit dem Zirkel die Weite op, Fig. 293., beschreibt mit dieser Weite aus dem Punkte a, Fig. 294., den Bogen bc, so wie mit der Weite om den Bogen def. Ferner beschreibt man mit der Weite on den Bogen ikl und mit der Weite oq den Bogen gh; dann trägt man die Weite cd, Fig. 292., von b nach c, von c nach e, von e nach f und von b nach d, und verbindet die hierdurch erhaltenen Punkte mit Linien, wie die Figur zeigt.

Die Netze der Runden, Ovale und anderer verschiedenartig gestalteter, sogenannter geuviger Ränder oder Zargen zu entwerfen.

§. 210.

Erklärung. Um diese Netze zu entwerfen, ist es nothwendig, daß man erst eine Vorbereitungsfigur zeichnet, welche die bestimmte Höhe der Zarge, so wie deren Ausladung und die verschiedenen Halbmesser der Bodenfläche anzeigt.

§. 211. Fig. 295. — 296.

Aufgabe. Das Netz eines runden Bechers oder Trichters zu entwerfen.

Nachdem man den Aufriß, Fig. 295., gezeichnet, nimmt man mit dem Zirkel die Weiten db und dc, Fig. 295., und beschreibt mit diesen Weiten aus dem Punkte f, Fig. 296., die beiden Kreisbogen hgi und klm. Hierauf theilt man den Durchmesser ab in sieben gleiche Theile, trägt eilf solcher Theile in Fig. 296. von g nach h und i und zieht die Linien hf und if.

§. 212. Fig. 297. — 300.

Aufgabe. Das Netz zu einer ovalen, sogenannten geuvigen Zarge zu zeichnen.

Nachdem man den Aufriß der Zarge und die Bodenfläche gezeichnet, zieht man, wie auf Fig. 299. angegeben, die senkrechte Linie op, trägt auf diese die Weite ab, Fig. 297., von o nach q und zieht die wagerechten Linien xo und vq. Hierauf nimmt man mit dem Zirkel die Weiten von hm und fk, Fig. 298., trägt diese Weiten in Fig. 299. von q nach r und v und errichtet aus den Punkten r und v die senkrechten Linien rs und vw. Dann trägt man die Weite cd, Fig. 297., von s nach t und von w nach x, und zieht durch die Punkte t, r und x, v die Linien tu und xp. Durch diese Linien erhält man nun die Verlängerung der beiden Halbmesser Fig. 298. Bevor man

nun zur Entwerfung des Netzes übergeht, theilt man erst die Bogen ik und mk des Ovals Fig. 298. in beliebige Theile.

Um das Netz zu zeichnen, nimmt man mit dem Zirkel die Weite pv, Fig. 299., zieht mit dieser Weite aus dem Punkte a, Fig. 300., den Bogen bc, auf welchen man die Theile des Bogens ik, Fig. 298., von c nach b trägt, und durch die Punkte b und c die Linien ha und ga zieht. Hierauf nimmt man die Weite ur, Fig. 299., trägt diese Weite in Fig. 300. von b nach d und von c nach k, und zieht aus den Punkten d und k die Bogen be und cf. Dann trägt man auf den Bogen be die Theile des Bogens mk, Fig. 298., von b nach e, so wie die Hälfte dieser Theile auf den Bogen cf von c nach f, und zieht durch die Punkte f und e die Linien ldm und ifk; ferner nimmt man die Weite px, Fig. 299., setzt den Zirkel in a, Fig. 300., und zieht den Bogen gh; ebenfalls nimmt man die Weite ut und beschreibt mit dieser Weite aus den Punkten d und k den Bogen hl und gi. Nach dieser hier angeführten Methode verfährt man weiter, bis das Netz vollendet ist.

§. 213. Fig. 301.—304.

Aufgabe. Das Netz einer anderen ovalen Zarge zu zeichnen.

Nachdem man den Aufriß der Zarge und die Bodenfläche gezeichnet, zieht man in Fig. 303. die senkrechte Linie ht, trägt auf diese die Weite uw, Fig. 301., von h nach i, und zieht die wagerechten Linien hq und im. Hierauf nimmt man die Weiten ab, dc und fe, Fig. 302., trägt diese Weiten in Fig. 303. von i nach k, von i nach l und von i nach m, und errichtet auf dem Punkte k die senkrechte Linie kn, dann trägt man die Weite uv aus Fig. 301. von n nach o und zieht durch die Punkte o und k die Linie or; ebenfalls zieht man durch die Punkte l und m die Linien ps und qt parallel mit or. Durch diese

Linien erhält man nun die Verlängerung der drei verschiedenen Halbmesser Fig. 302. Hierauf theilt man die Bogen bc, ce und eg, Fig. 302., in beliebige Theile.

Um das Netz zu zeichnen, nimmt man mit dem Zirkel die Weite tm, Fig. 203., beschreibt damit aus dem Punkte a, Fig. 304., den Bogen cb, auf welchem man die Theile des Bogens bc, Fig. 302., von c nach b trägt und durch die Punkte b und c die Linien xa und wa zieht. Hierauf nimmt man die Weite sl, Fig. 303., trägt diese Weite in Fig. 304. von c nach e und von b nach d, und zieht aus den Punkten e und d die Bogen ef und bk. Dann trägt man die Theile des Bogens ce, Fig. 302., von c nach f und von b nach k, und zieht durch die Punkte f und k die Linien ve und yd. Ferner nimmt man die Weite rk, Fig. 303., trägt diese Weite in Fig. 304. von f nach g und von k nach i, und zieht aus den hierdurch erhaltenen Punkten die Bogen fh und kl; auf den Bogen kl trägt man nun die Theile des Bogens eg, Fig. 302., von k nach l, so wie auf den Bogen fh die Hälfte dieser Theile von f nach h; durch die Punkte h und l zieht man nun die Linien uhg und zin. Man nimmt alsdann die Weiten tq, sp und ro, Fig. 302., und beschreibt damit aus den Punkten a, e, d, g und i die Bogen wx, xy wv, yz und vu. Auf die angegebene Weise verfährt man nun, bis das Netz vollendet ist.

§. 214. Fig. 305.—307.

Aufgabe. Das Netz einer Zarge zu zeichnen, von welcher die Grundfläche ein Ey-Oval bildet.

Man zieht die senkrechte Linie gl, Fig. 306., trägt auf diese die angenommene Höhe der Zarge von g nach h und zieht durch die Punkte g und h die wagerechten Linien rg und sh. Hierauf trägt man die Weiten von df, ab und ce aus Fig. 305. nach Fig. 306. von h nach m, von h nach p und von h nach s, und errichtet auf dem Punkte m die senkrechte Linie nm. Dann trägt man die obere

Ausladung der Zarge von n nach o und zieht durch die Punkte o und m die Linie oi, so wie durch die Punkte p und s die Linien qk und rl parallel mit oi. Hierauf theilt man die Bogen ef, fc und bc, Fig. 305., in beliebige Theile und verfährt dann bei der Zeichnung des Netzes auf dieselbe Art, wie bei der vorigen Figur.

§. 215. Fig. 308.—310.

Aufgabe. Das Netz einer Zarge zu zeichnen, bei welcher die Bodenfläche eine Rosette bildet.

Man zieht, Fig. 309., die senkrechte Linie fk, trägt auf diese die angenommene Höhe der Zarge von f nach g und zieht durch die Punkte f und g die wagerechten Linien rf und qg. Hierauf trägt man die Weiten von ac, ab und bc aus Fig. 308. von g nach l, von g nach p und von g nach q, und errichtet auf dem Punkte l die senkrechte Linie lm. Dann trägt man die Ausladung der Zarge von m nach n, zieht durch die Punkte n und l die Linie nh, so wie durch die Punkte p und q die Linien oi und rk parallel mit nh, und theilt dann den Kreisbogen ccd, Fig. 308., in beliebige Theile.

Um das Netz zu zeichnen, zieht man in Fig. 310. die senkrechte Linie ha, nimmt mit dem Zirkel die Weite kr, Fig. 309., und beschreibt mit dieser Weite aus dem Punkte a, Fig. 310., den Bogen bhc, so wie mit der Weite qk und pi aus dem Punkte a die Bogen qr und de. Hierauf nimmt man die Weite nh, Fig. 309., trägt diese Weite in Fig. 310. von h nach f und beschreibt aus dem Punkte f den Bogen ig, so wie mit der Weite lh, Fig. 309., den Bogen kl, auf welchen man die Theile des Bogens ce, Fig. 308., von v nach l und von v nach k trägt; durch die Punkte k und l zieht man nun die Linien ia und ga; ebenfalls zieht man aus den Punkten k, l und f die Linien kf und lf, dann trägt man die Weite hw von w nach o, von o nach p u. s. w., und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte die Linien oa, pa u. s. w.

Auf die hier angeführte Weise verfährt man, bis das Netz vollendet ist.

§. 216. Fig. 311.—314.

Aufgabe. Das Netz einer Zarge, welche an den Enden abgerundet ist, zu zeichnen.

Nachdem man den Aufriß und die Bodenfläche gezeichnet, zieht man in Fig. 313. die senkrechte Linie ih, trägt auf diese die Weite ab, Fig. 311., von i nach l und zieht durch die Punkte i und l die wagerechten Linien ik und lm. Hierauf trägt man die Weite df, Fig. 312., von l nach m und errichtet auf dem Punkte m die senkrechte Linie mn, dann trägt man die Weite ac, Fig. 311., von n nach k und zieht durch die Punkte m und k die Linie kh.

Um das Netz zu zeichnen, zieht man, Fig. 314., die wagerechte Linie qr, macht diese so lang, wie ge, Fig. 312., und zieht aus den Punkten q und r die senkrechten Linien qo und rp. Hierauf nimmt man mit dem Zirkel die Weite hk, Fig. 313., trägt diese Weite in Fig. 314. von q nach o und von r nach p, und beschreibt aus den Punkten o und p die Bogen qu und rw; dann nimmt man die Weite hm, Fig. 313., beschreibt mit dieser Weite aus den Punkten o und p die Bogen sv und tx. Auf diesen Bogen trägt man nun die Theile des Bogens ef, Fig. 312., von s nach v und von t nach x, und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte v und x die Linien ou und wp.

§. 217. Fig. 315.—318.

Aufgabe. Das Netz einer länglich-viereckigen, an den Ecken abgerundeten Zarge zu zeichnen.

Die Fig. 315. ist der Aufriß, Fig. 316. die Bodenfläche, Fig. 317. die Vorbereitungsfigur und Fig. 318. das Netz zu dieser Zarge. Die Verfahrungsart ist dieselbe, wie bei der vorigen Figur.

§. 218. Fig. 319.—321.

Aufgabe. Das Netz einer länglich-viereckigen, an den

Ecken aus verschiedenen Mittelpunkten abgerundeten Zarge zu zeichnen.

Das auf den Ecken abgerundete Viereck ndei, Fig. 319., zeigt die Bodenfläche, so wie das auf den Ecken abgerundete Viereck mgfh die obere Weite der Zarge an. Daher, daß hier die Linien, welche die geraden Theile mit den runden verbinden, alle nach dem Mittelpunkte a gezogen sind, kommt es, daß die Seiten verschiedene Ausladung haben.

Die Vorbereitungsfigur. Man zieht, Fig. 320., die senkrechte Linie ab, trägt auf diese die angenommene Höhe der Zarge von a nach c, und zieht durch die Punkte a und c die wagerechten Linien ad und ce. Hierauf trägt man die Weiten al, ae und ad, Fig. 319., nach Fig. 320., von c nach g, von c nach f und von c nach e, so wie die Weiten ak, af, ag, Fig. 319., nach Fig. 320., von a nach l, von a nach k und von a nach d, und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte die Linien db, kb und lb. Ferner trägt man die Weiten bd und cg, Fig. 319., nach Fig. 320., von a nach m und von a nach n, und zieht die Linien mp und no parallel mit kf. Diese beiden zuletzt gezogenen Linien sind die verlängerten Halbmesser der runden Bogen Fig. 319.

Um das Netz zu zeichnen, zieht man in Fig. 321. die senkrechte Linie ab, nimmt mit dem Zirkel die Weiten bd, bk und bl, Fig. 320., und beschreibt mit diesen Weiten aus dem Punkte a, Fig. 321., die Bogen cd, ef und gh; ferner nimmt man die Weiten be, bf und bg, Fig. 320., und beschreibt aus dem Punkte a die Bogen ik, lm und no. Hierauf trägt man die Weite gm aus Fig. 319. auf den Bogen cd in Fig. 321. und zieht die Linien cd, ca und da; aus den Punkten c, d, i und k zieht man nun die senkrechten Linien cp, ir, dq und ks. Dann nimmt man die Weite pm, Fig. 320., trägt diese Weite in Fig. 321. von c nach p und von d nach q, und beschreibt aus den Punkten p und q die Bogen ct und dx. Nach die-

sem nimmt man die Weite on, Fig. 320., trägt diese Weite in Fig. 321. von i nach r und von k nach s, und beschreibt aus den Punkten r und s die Bogen il und km, auf welchen man die Theile des Bogens de, Fig. 319., trägt; durch die Punkte l und m zieht man nun die Linien ta und xa. Dann nimmt man die Weite fk, Fig. 319., trägt diese Weite in Fig. 321. von t nach v und von x nach w, und zieht die Linien tv, va, ul, xw, wa und om.

§. 219. Fig. 322.—324.

Aufgabe. Das Netz einer Zarge zu zeichnen, von welcher die Bodenfläche auf allen Seiten verschiedene Bogen hat.

Bei der Zeichnung der Bodenfläche ist zu bemerken, daß der Bogen kh aus dem Punkte a, der Bogen fd aus dem Punkte e, der Bogen de aus dem Punkte b, der Bogen es aus dem Punkte w und der Bogen fz aus dem Punkte t gezogen sind; die inneren Biegungen zeigen die Bodenfläche und die äußeren die obere Weite der Zarge an.

Um die Vorbereitungsfigur zu zeichnen, zieht man, Fig. 323., die senkrechte Linie ab, trägt auf diese die angenommene Höhe der Zarge von a nach c und zieht die wagerechten Linien da und ec. Hierauf trägt man die Weiten cf, db, fa, wi und tk aus Fig. 322. nach Fig. 323. von c nach f, von c nach g, von c nach h, von c nach i und von c nach e, errichtet auf dem Punkte f die senkrechte Linie kf, trägt die Weite ie, Fig. 322., von k nach l, und zieht durch l und f die Linie lp. Durch die Punkte g, h, i und e zieht man nun die Linien mq, nr, os und db parallel mit lp.

Um das Netz zu zeichnen, nimmt man mit dem Zirkel die Weite rh, Fig. 323., beschreibt damit aus dem Punkte a, Fig. 324., den Bogen de, auf welchen man die Theile des Bogens fe, Fig. 322. trägt, und durch die Punkte d und e die Linien ca und fa zieht. Hierauf nimmt man die Weite rn, Fig. 323., und beschreibt mit dieser Weite in Fig. 324. den Bogen cf; dann trägt man die

Weite gk aus Fig. 322. von f nach g, so wie die Weite hi von c nach h, und zieht durch die hierdurch erhaltenen Punkte g und h die Linien ci und dk. Man nimmt alsdann die Weite bd, Fig. 323., trägt diese Weite von c nach i und zieht aus dem Punkte i den Bogen cl, auf welchen man die Theile des Bogens fz, Fig. 322., von c nach l trägt und von l nach i die Linie li zieht. Ferner nimmt man die Weite bc, Fig. 323., und zieht mit dieser Weite aus dem Punkte i den Bogen fo; dann trägt man die Weite ml, Fig. 322., nach Fig. 324. von n nach o, zieht durch den Punkt o die Linie lom, trägt dann die Weite im von m nach p und zieht die Linie lp; ebenfalls nimmt man die Weite hi, Fig. 322., trägt diese Weite nach Fig. 324. von c nach h und zieht durch den Punkt h die Linie dk. Hierauf nimmt man die Weite so, Fig. 323., trägt diese Weite nach Fig. 324. auf der Linie dk von d nach k und zieht aus dem Punkte k den Bogen dq, auf welchen man die Theile des Bogens es, Fig. 322., trägt; ebenfalls beschreibt man aus dem Punkte k mit der Weite is, Fig. 323., den Bogen hr, zieht dann die Linie qk, trägt die Weite qr aus Fig. 322. von s nach r und zieht die Linie qr. Hierauf nimmt man die Weite qm, Fig. 323., trägt diese Weite in Fig. 324. von c nach t und zieht aus dem Punkte t die Bogen cu und dv; ebenfalls trägt man die Weite lp, Fig. 323., nach Fig. 324., von f nach w und zieht aus dem Punkte w die Bogen ug und ve, so wie die Linien tv, wv und ua. Die andere Hälfte des Netzes wird auf dieselbe Art entworfen, wie hier gezeigt wurde.

Vom Ausmessen des Inhalts der Körper.

§. 220.

Der von den Flächen eines Körpers eingeschlossene Raum wird der körperliche Inhalt genannt. Es ereignet sich öfter, daß Körper von verschiedener Gestalt gleichen körperlichen Inhalt haben, so wie ebene Figuren von verschiedener Form gleichen Flächeninhalt haben können.

§. 221.

Wenn man den Inhalt eines Körpers berechnen will, so muß ein anderer Körper als Grundmaaß angenommen werden. Der Würfel (Kubus) ist derjenige Körper, dessen man sich bedient, um damit die Größe anderer Körper zu bestimmen. Der Kubikfuß, welcher einen Fuß in der Länge, Breite und Höhe hält, ist also das gewöhnliche Maaß, nach welchem die Körper berechnet werden.

§. 222.

Ein Schachtfuß (Parallelepipedum) ist ein Maaß, das einen Fuß lang und breit, aber nur einen Zoll hoch ist; zwölf Schachtfuß machen einen Kubikfuß.

Ein Balkenfuß ist einen Fuß lang und einen Zoll breit und hoch. Es wird aber, da Schacht- und Balkenfuße nicht mehr Würfel sind, nur in einzelnen Fällen nach ihnen gerechnet.

Im zwölftheiligen Maaß ist ein Kubikfuß = 12 Schachtfuß = 144 Balkenfuß = 1728 Kubikzoll.

§. 223.

Im zehntheiligen Maaß hält der Kubikfuß 1000 Kubikzoll, weil die Grundfläche 100 Quadratzoll hält, und diese, mit 10 Zoll, als der Höhe des Kubikfußes, multiplizirt, 1000 Kubikzoll geben.

§. 224.

Wenn man im zehntheiligen Maaß Kubikfuß zu Kubikzoll machen will, so darf man nur drei Nullen hinzusetzen; sollen aber im Gegentheil Kubikzoll zu Kubikfuß gemacht werden, so müssen die drei letzten Ziffern hinweggenommen werden, denn 1000 Kubikzoll geben erst einen Kubikfuß; daher denn alle anderen Zahlen, die weniger betragen, Kubikzoll sein müssen.

§. 225.

Das Zeichen, dessen man sich bedient, um die Kubikzahlen anzudeuten, ist ein kleines ^{c}, das man gewöhnlich oberhalb der Zahlen vor das Zeichen der Fuß und Zoll setzt.

$35^{c\prime}$	$93^{c\prime\prime}$
35 Kubikfuß.	93 Kubikzoll.

§. 226.

Das zehntheilige Kubikmaaß kann eben sowohl, wie das zehntheilige Quadratmaaß in zwölftheiliges verwandelt werden; denn da 1000 zehntheilige Kubikzoll 1728 zwölftheilige geben, so hat man ein Verhältniß, nach welchem dieses leicht bewerkstelligt werden kann. Es sollen z. B. 173 zehntheilige Kubikzoll in zwölftheilige verwandelt werden, so ist der Ansatz nach der Regel de tri folgender:

$1000^{c\prime\prime}$ dc geben $1728^{c\prime\prime}$ ddc, was geben $173^{c\prime\prime}$ dc?

Antwort: $\frac{1728 \times 173}{1000} = 298 \frac{944}{1000}{}^{c\prime\prime}$ ddc?

Nach diesem darf man nur die gegebene Zahl mit 1728 multipliziren und das Produkt durch 1000 dividiren. Sollten nun z. B. 18 Zoll zwölftheiliges Kubikmaaß in zehntheiliges verwandelt werden, so wird die gegebene Zahl mit 1000 multiplizirt und das Produkt durch 1728 dividirt.

Ansatz nach der Regel de tri:

$1728^{c\prime\prime}$ ddc geben $1000^{c\prime\prime}$ dc, was geben $18^{c\prime\prime}$ ddc?

Antwort: $\frac{1000 \times 18}{1728} = 10 \frac{720}{1728}{}^{c\prime\prime}$ dc.

§. 227.

Den Kubikinhalt eines senkrecht stehenden Parallelepipedums erhält man, wenn die Grundfläche mit der Höhe multiplizirt wird.

§. 228.

Parallelepipeden, welche auf einerlei Grundfläche stehen und oberhalb derselben durch eine ihrer Grundfläche parallele Ebene begrenzt werden, sind an Inhalt einander gleich.

§. 229.

Da ein jedes Parallelepipedum in zwei gleiche dreieckige Prismen getheilt werden kann, so sind Prismen von einerlei Grundfläche und Höhe einander gleich.

§. 230.

Vieleckige Prismen, welche auf einerlei Grundfläche stehen und gleiche Höhe haben, sind ebenfalls einander gleich, weil sie sich durch Schnitte aus ihrem Mittelpunkte in lauter dreieckige Prismen zerlegen lassen.

§. 231.

Ein schiefstehendes Parallelepipedum, welches mit einem geradestehenden einerlei Grundfläche und Höhe hat, ist an Inhalt demselben gleich.

§. 232.

Will man Prismen, Parallelepipeden und Walzen (Cylinder) ausrechnen, so berechnet man erst den Flächeninhalt der Grundfläche und multiplizirt ihn mit der Höhe dieser Körper. Dasselbe Verfahren ist auch bei schiefstehenden Körpern anwendbar, weil sie den senkrechten von einerlei Grundfläche und Höhe gleich sind.

Da bei schiefstehenden Walzen die Grundfläche eine Ellipse bildet, so darf man nur den Durchmesser aus der Mitte der Walze abnehmen und denselben mit der ganzen Länge der Achse multipliziren.

§. 233.

Aufgabe. Den Kubikinhalt einer Walze zu finden.

Es sei der Durchmesser der Walze 10′, die Höhe 40′ dc, so ist der Inhalt 3140c′. Man berechnet zuvor die Grundfläche, welche aus dem Quadrat des Durchmessers, multiplizirt mit der Zahl 314 und dividirt durch 400, besteht. Der Durchmesser ist also $10 \times 10 = 100$ und $100 \times 314 = 31400$. Dieses multiplizirt man nun mit der Höhe $= 40'$, wodurch man 1256000 erhält, welches, durch 400 dividirt, 3140c′ als den Kubikinhalt der Walze giebt.

§. 234.

Sollen keilartige Körper ausgerechnet werden, so multiplizirt man, da der Keil die Hälfte eines Parallelepipedums ist, die Grundfläche mit der Höhe und dividirt das Produkt durch 2.

§. 235.

Aufgabe. Den Inhalt der Pyramiden und Kegel zu berechnen.

Die Pyramide ist der dritte Theil eines Prisma, daher berechnet man erst die Grundfläche, multiplizirt diese mit der Höhe und dividirt das Produkt durch 3. Dasselbe Verfahren findet auch bei dem Kegel statt. Schiefstehende Pyramiden und Kegel, welche mit geradestehenden einerlei Grundfläche haben, sind an Inhalt einander gleich.

§. 236.

Aufgabe. Den Kubikinhalt von abgekürzten Pyramiden und Kegeln, bei denen die oberen und unteren Flächen parallel laufen, zu berechnen.

Man denke sich die abgekürzte Pyramide als eine ganze, berechnet erst die ganze, dann die spitze, jede besonders und zieht den Inhalt der letzteren von dem der ersteren ab, so giebt der Rest den Inhalt der abgekürzten Pyramide; das Verfahren mit dem Kegel ist dasselbe. Ebenfalls werden die schiefstehenden abgekürzten Pyramiden und Kegel wie die geraden berechnet.

§. 237.

Da man nach obigem Verfahren kein ganz richtiges

Resultat erhält, so muß in Fällen, wo eine große Genauigkeit erfordert wird, bei der abgekürzten Pyramide die Seite der Grundfläche mit der Seite der Oberfläche multiplizirt, die beiden Quadrate dieser Seiten dazu addirt, die Summen aber mit der Grundfläche und der Höhe multiplizirt und durch das dreifache Quadrat der größeren Seite dividirt werden. Bei dem abgekürzten Kegel muß der obere und untere Durchmesser mit einander multiplizirt, das Produkt zu den beiden Quadraten derselben addirt, diese Summe aber mit der Höhe und der Zahl 314 multiplizirt und dann durch 1200 dividirt werden.

§. 238.

Aufgabe. Den Kubikinhalt der Platonischen Körper zu berechnen.

Diese Körper lassen sich alle, den Würfel ausgenommen, in Pyramiden zertheilen und als solche berechnen.

1) Das Tetraëdrum ist als eine Pyramide von lauter gleichen Flächen zu betrachten und kann daher auch als eine solche berechnet werden.

2) Das Oktaëdrum kann in zwei gleiche Pyramiden getheilt werden; man berechnet also eine und verdoppelt das Produkt.

3) Das Ikosaëdrum kann in zwanzig gleiche Pyramiden getheilt werden; man berechnet also den Inhalt von einer und multiplizirt das Produkt mit 20.

4) Der Würfel wird als ein Parallelepipedum berechnet, nämlich die Grundfläche mit der Höhe multiplizirt.

5) Das Dodekaëdrum besteht aus zwölf gleichen fünfeckigen Pyramiden; man berechnet also den Inhalt von einer und multiplizirt das Produkt mit 12.

Der Archimedische Körper kann in achtzehn gleiche viereckige und acht gleiche dreieckige Pyramiden getheilt und als solche berechnet werden.

§. 239.

Aufgabe. Den Kubikinhalt einer Kugel, welche 3 Fuß 3 Zoll Dezimalmaaß im Durchmesser ist, zu berechnen.

Man erhebt den Durchmesser zum Quadrat und dieses zum Kubus; dann multiplizirt man den Kubus mit der Zahl 314 und dividirt das Produkt durch 600.

```
     33
     33
     ──
     99
    99
   ────
   1089  Quadrat des Durchmessers.
     33
   ────
   3267
  3267
  ─────
  35937  Kubus des Durchmessers.
    314
 ──────
 143748
 35937
107811       | 600
────────     |──────────────
11284218     | 18c' 807 3/100 c'' Kubik-
 600         |     inhalt der Kugel.
 ────        |
 5284
 4800
 ────
  4842
  4800
  ────
    4218
    4200 | 6
    ──── |──
      18 | 3
      18
```

Man erhält auch den Kubikinhalt der Kugel, wenn man die Oberfläche mit dem dritten Theil des Halbmessers oder mit dem sechsten Theil des Durchmessers multiplizirt.

Den Inhalt einer Halbkugel erhält man, wenn man die ganze Kugel berechnet und das Produkt halbirt.

§. 240.

Aufgabe. Den Kubikinhalt unregelmäßiger Körper zu finden.

Diese Körper lassen sich am leichtesten berechnen, wenn man ein Gefäß nimmt, welches einen quadratischen Boden und geradestehende Seiten hat, füllt dann dasselbe mit Wasser oder Sand, bemerkt an den Seitenwänden die Höhe der Füllung und legt den Körper hinein. Hierauf bemerkt man wieder an den Seitenwänden, wie viel das Wasser gestiegen ist, nimmt den Körper heraus und berechnet nun den Raum des gestiegenen Wassers, welches an Inhalt dem Körper gleich sein wird.

§. 241.

Aufgabe. Den Durchmesser einer Kugel zu finden, wenn der Kubikinhalt gegeben ist.

Wenn man den Inhalt mit 600 multiplizirt und das Produkt durch 314 dividirt, so erhält man den Kubus des Durchmessers, aus welchem man, um den Durchmesser selbst zu erhalten, die Kubikwurzel ziehen muß.

Beispiel. Der Kubikinhalt einer Kugel hält 14c′ 130c″ Dezimalmaaß, wie groß wird der Durchmesser sein?

```
14130
  6 00 | 314
-------|-----
8478000| 27000 Kubus des Durchmessers.
628    |
----
2198
2198
----
   000
```

Die Kubikwurzel der Zahl 27000 ist 30,

$$30 \times 30 = 900 \times 30 = 27000.$$

Hieraus ersieht man also, daß der Durchmesser der Kugel 3 Fuß oder 30 Zoll Dezimalmaaß beträgt.

Zum Beweis, ob diese Aufgabe richtig gelöst sei, darf man nur wieder nach dem erhaltenen Durchmesser den Inhalt der Kugel berechnen.

```
   30
    30
  ----
   900  Quadrat
     30
  27000  Kubus des Durchmessers.
  314
 ------
 108000
  27
 81       | 600
 -------  |-----
 8478000  | 14c' 130c'' Kubifinhalt der Kugel.
 600      |
 ----     |
 2478
 2400
 -----
   780
   600
  ----
  1800
  1800
  ----
     0
```

Den Quartinhalt verschiedenartig geformter Gefäße zu berechnen.

§. 242.

Nach dem neuesten Gesetze hält das Preußische Quart 64 Kubikzoll. Die Tonne hält 100 Quart, folglich 6400 Kubikzoll.

§. 243.

Aufgabe. Den Quartinhalt eines cylinderförmigen Gefäßes, welches 5 Zoll im Durchmesser und 30 Zoll Höhe hat, zu finden.

Reisch giebt hierzu folgendes Verfahren an: Man multiplizirt die Zollzahl des Durchmessers mit sich selbst, und die Zahl, welche hieraus entsteht, mit der Zollzahl der Höhe, und was sich dann ergiebt, mit 12272. Das nun erhaltene Produkt dividirt man mit 1000000, indem man von demselben zur Rechten nur 6 Ziffern abschneiden darf. Hierdurch erhält man nun die Quartzahl des Inhalts.

Der Durchmesser ist also 5 Zoll, multiplizirt mit 5, giebt 25. Diese Zahl, mit 30 Zoll Höhe multiplizirt, giebt 750; multiplizirt man dieses wiederum mit 12272, so erhält man 9204000. Die letzten 6 Ziffern weggestrichen, bleibt 9, folglich ist der Inhalt des Gefäßes 9 Quart.

§. 244.

Will man diese Aufgabe nach §. 233. berechnen, so nimmt man das Quadrat des Durchmessers, welches = 25 ist, und multiplizirt dieses mit der Zahl 314; was sich dann ergiebt, multiplizirt man mit der Höhe, und das hierdurch erhaltene Produkt dividirt man durch 400, wodurch man 588 Kubikzoll als den kubischen Inhalt des Gefäßes erhält. Da nun das Quart 64 Kubikzoll hält, so dividirt man 64 in 588 und erhält hierdurch die Zahl 9 als den Quartinhalt des Gefäßes.

§. 245.

Ein anderes Beispiel. Den Quartinhalt eines cylinderförmigen Gefäßes, welches 22 Zoll im Durchmesser und 60 Zoll zur Höhe hat, zu finden.

Durchmesser $22 \times 22 = 484$; mit der Höhe multiplizirt $60 \times 484 = 29040$; mit der Zahl 12272 multiplizirt $29040 \times 12272 = 356378880$.

Schneidet man nun von der Zahl 35637880 zur Rechten sechs Ziffern ab, so bleibt 356, und dieses ist die Quartzahl des cylinderförmigen Gefäßes von 22 Zoll Durchmesser und 60 Zoll Höhe.

§. 246.

Aufgabe. Den Quartinhalt eines Gefäßes zu finden, welches die Form eines abgekürzten Kegels hat.

Man mißt nach Zollen den unteren sowohl, wie den oberen Durchmesser, dann addirt man beide Durchmesser und dividirt ihre Summa durch 2, wodurch sich ein mittlerer Durchmesser ergiebt. Für diesen und die gemessene Höhe sucht man dann die Quartzahl nach den im §. 243. oder 244. gegebenen Regeln.

Z. B. Der Durchmesser eines runden Gefäßes sei

im Boden	26 Zoll
die obere Weite	16 „
die Summa davon	42 „
mit 2 dividirt, ergiebt sich der Mitteldurchmesser	21 „
Die Höhe des Gefäßes sei	18 „

Mitteldurchmesser $21 \times 21 = 441$; mit der Höhe multiplizirt $18 \times 441 = 7938$; mit der Zahl 12272 multiplizirt $7938 \times 12272 = 97415136$.

Schneidet man nun von der Zahl 97415136 die letzten sechs Ziffern ab, so bleibt 97, und dieses ist die Quartzahl des angegebenen Gefäßes.

§. 247.

Aufgabe. Den Quartinhalt eines Gefäßes zu finden, welches ein Parallelogram zur Grundfläche und senkrecht stehende Seitenwände hat.

Beispiel. Die Höhe des Gefäßes sei 4 Fuß 2 Zoll, der Boden 12 Fuß 8 Zoll lang und 4 Fuß breit.

Man macht die Fuß zu Zollen, wodurch man im Duodezimalmaaß 152 Zoll Länge, 48 Zoll Breite und 50 Zoll Höhe erhält.

Multiplizirt man die Länge mit der Breite, so erhält man $152 \times 48 = 7296$ Quadratinhalt des Bodens, welcher, mit der Höhe multiplizirt, $7296 \times 50 = 364800$ Kubikzoll zum Inhalt des Gefäßes giebt. Dividirt man nun die Zahl 364800 durch 64, so erhält man 5700, und dieses ist die Quartzahl des Gefäßes.

§. 248.

Aufgabe. Ein kreisrundes, oben und unten gleich weites Gefäß soll, bei 13 Zoll Durchmesser, 60 Quart enthalten; wie hoch muß dasselbe sein?

Nimmt man das Quadrat des Durchmessers $13 \times 13 = 179$ und multiplizirt dieses mit 314, so erhält man 53066, welches, durch 400 dividirt, $132\frac{266}{400}$ giebt. Da nun ein Quart 64 Kubikzoll hält, so geben 60 Quart

3840 Kubikzoll; dividirt man dieses durch die Grundfläche 132, so erhält man 29. Und dies ist die Höhe eines Gefäßes, welches, bei 13 Zoll Durchmesser, 60 Quart enthalten soll.

Bei dem Inhalt der Grundfläche kommt es in der Regel nicht auf die überschießenden Zollbrüche an; sie können entweder aus der Rechnung gänzlich weggelassen, oder wenn ein solcher Bruch einem ganzen Zoll ziemlich nahe kommt, kann dafür 1 Zoll gesetzt werden.

§. 249.

Aufgabe. Ein Gefäß mit viereckig winkelrechtem Boden und senkrecht stehenden Seiten soll 32 Quart enthalten; die Höhe dieses Gefäßes soll 12 und die Breite 10 Zoll sein; wie groß wird die Länge sein müssen?

Man multiplizirt den Kubikinhalt von einem Quart mit 32, und dividirt das Produkt durch die Zahl, welche aus der Multiplikation der Höhe und Breite entsteht.

Es geben also $64 \times 32 = 2048$ Kubikzoll; dividirt man dies durch die Zahl der Höhe und Breite 120, so erhält man hierdurch die Länge des Gefäßes, welche 17 Zoll beträgt.

§. 250.

Aufgabe. Es soll ein hölzerner Kasten verfertigt werden, welcher 5 Scheffel Getreide aufnehmen kann; die Länge soll 36 und die Breite 20 Zoll enthalten; wie hoch wird derselbe sein müssen?

Der Preußische Scheffel hält 3072 Kubikzoll, folglich halten 5 Scheffel 15360 Kubikzoll; dividirt man dies durch den Quadratinhalt des Bodens, so erhält man hierdurch die verlangte Höhe.

Die Grundfläche hält 720; dies in 15360 dividirt, giebt $21\frac{240}{720} = \frac{1}{3}$, folglich beträgt die Höhe $21\frac{1}{3}$ Zoll.

§. 251.

Aufgabe. Den Quartinhalt einer Tonne, welche in der Mitte weiter, als an beiden Enden ist, zu finden.

Z. B. Die Länge der Tonne sei 18 Zoll, die Spundtiefe oder der Durchmesser am Spund 15 Zoll und die Bodentiefe oder der Durchmesser am Boden 12 Zoll.

Man multiplizirt die Spundtiefe durch 2, so erhält man 30; zu dieser Zahl addirt man die Bodentiefe 12, so erhält man 42, und dieses durch 3 dividirt, giebt 14 Zoll Cylinderdurchmesser. Man betrachtet daher die Tonne als einen Cylinder von 14 Zoll Durchmesser und 18 Zoll Höhe, welches, nach §. 243. berechnet, 43 Quart als den Inhalt der Tonne giebt.

§. 252. Fig. 325. und 326.

Aufgabe. Einen Maaßstab zu verfertigen, mit welchem man finden kann, wie viel Quart oder Maaß ein cylindrisches Gefäß in sich enthalte.

Wenn man ein Gefäß nimmt, welches ein Quart in sich enthält, den Durchmesser desselben auf zwei unter einem rechten Winkel zusammengesetzte Linien von b nach a und c trägt und die Hypothenuse ac zieht: so zeigt diese den Durchmesser der Fläche an, auf welcher zwei Quart von derselben Höhe stehen können, denn das Quadrat der Hypothenuse ac ist eben so groß, als die beiden Quadrate zusammengenommen, und die Durchmesser der Kreisflächen verhalten sich eben so, wie die der Quadrate. Ferner trägt man die Weite ac von b nach d und zieht die Linie ad, welche den Durchmesser anzeigt, auf welchem drei Quart von gleicher Höhe stehen können, weil ac zwei und ab ein Quart, folglich beide zusammen drei Quart geben. Fährt man nun auf diese Art fort, so giebt ae den Durchmesser von vier af den von fünf und ag den von sechs Quart; hat man nun eine hinlängliche Anzahl von Durchmessern aufgezeichnet, so trägt man diese auf eine Seite des Stabes, Fig. 326., auf die andere Seite aber trägt man die Höhe des Quartgefäßes so oft auf, als man es für nöthig findet.

Soll nun mit diesem Maaßstabe ein Gefäß ausgemes-

sen werden, so zeigt der Durchmesser-Maaßstab an, wie viel Quart auf der unteren Bodenfläche stehen können, das Höhenmaaß aber, wie viel Quart auf einander stehen können; besteht z. B. der Durchmesser aus 8, die Höhe aber aus 9 Theilen, so hält das Gefäß 72 Quart.

Will man ein Gefäß verfertigen, welches 36 Quart enthalten soll, so kann man diesem nach dem verfertigten Maaßstab 9 Theile in der Höhe und 4 Theile im Durchmesser geben, oder auch 6 Theile in der Höhe und 6 Theile im Durchmesser. Durch die Multiplikation findet man, daß beide Gefäße von gleicher Größe sein werden, denn $4 \times 9 = 36$ oder $6 \times 6 = 36$.

Das Brenn- und Bauholz auszurechnen.

§. 253.

Das Brennholz wird gewöhnlich nach Haufen und Klaftern berechnet. Der Berliner Haufen ist bei drei Fuß Klobenlänge 18 Fuß lang und 9 Fuß hoch, folglich enthält derselbe 486 Kubikfuß oder $4\frac{1}{2}$ Klafter, jede zu 108 Kubikfuß. Man nimmt an, daß das Stammholz, wenn es gespalten und in Haufen oder Klaftern gesetzt ist, um ein Drittheil mehr Raum einnimmt; es geben also 2 Fuß Stammholz 3 Fuß Klafterholz, folglich ist das Verhältniß wie 2 zu 3.

§. 254.

Aufgabe. Wie viel Kubikfuß Klafterholz geben 460 Fuß Stammholz?

Ansatz nach der Regel de tri:

$2^{c'}$ Stammholz geben $3^{c'}$ Klafterholz, was geben $460^{c'}$ Stammholz?

Antwort: $\frac{3 \times 460}{2} = 690^{c'}$ Klafterholz.

Hieraus ersieht man, daß man nur die gegebene Zahl mit 3 multipliziren und das Produkt durch 2 dividiren darf.

§. 255.

Die Dimensionen des Bauholzes sind:

1) Das starke Bauholz. Dieses ist 40 bis 48 Fuß lang und am Zopfe 10 bis 12 Zoll im Durchmesser.

2) Das Mittel-Bauholz ist 36 bis 40 Fuß lang und 7 bis 8 Zoll am Zopfe im Durchmesser.

3) Das kleine Bauholz ist 30 bis 46 Fuß lang und 5 bis 6 Zoll am Zopfe im Durchmesser.

4) Die Länge und Breite der Bohlen ist verschieden; die Stärke ist gewöhnlich 2 Zoll, $2\frac{1}{2}$ und 3 Zoll.

5) Die Bretter sind gewöhnlich 20 bis 24 Fuß lang und 1 bis $1\frac{3}{4}$ Zoll stark.

Außerdem werden aus dem Stammholz noch das Ganzholz, Halbholz, Kreuzholz, Latten u. dgl. geschnitten.

§. 256.

Da die Stämme als gestümmelte Kegel zu betrachten sind, so müssen dieselben auch als solche berechnet werden. Die zugehauenen Bauhölzer werden entweder als Parallelepipeden oder, wenn ihre Seitenflächen spitzig zulaufen, als gestümmelte Pyramiden betrachtet und als solche berechnet.

§. 257.

Aufgabe. Den Kubikinhalt eines Baumstammes zu finden, welcher am Stammende 12 Zoll, am Zopfe 6 Zoll stark und 30 Fuß Dezimalmaaß lang ist.

Wenn man den obereren und unteren Durchmesser addirt und das Produkt durch 2 dividirt, so ist der mittlere Durchmesser 9″; erhebt man nun diese 9″ zum Quadrat, so erhält man 81″, welches, mit der Zahl 314 multiplizirt, 25434 giebt. Dies multiplizirt man nun wieder mit 300″, als der Länge des Stammes, und erhält dann 7630200, welches, durch 400 dividirt, 19c′ 075½c″ als den Inhalt des Stammes giebt.

```
      9
      9
     81
    314
    324
    81
   243
  25434
      300 | 19c' 075½c'' Inhalt des Stammes.
  7630200 |
  400     |
  3630
  3600
    3020
    2800
     2200
     2000
      200
```

In Fällen, wo eine große Genauigkeit erfordert wird, ist die Berechnungsart, welche im §. 237. vorgeschrieben ist, anzurathen, weil man durch diese ein viel richtigeres Resultat erhält.

§. 258.

Aufgabe. Die Anzahl der Bretter, Riegel und Latten zu finden, welche aus einem Stamme können geschnitten werden.

Man zeichnet den Umkreis auf, zieht durch denselben den Durchmesser und sticht auf beiden Seiten 2 oder $1\frac{1}{2}$ Zoll für die Schalbretter ab. Hierauf nimmt man die Stärke der Bretter und $\frac{1}{4}$ Zoll für den Sägeschnitt in den Zirkel und trägt sie auf den Durchmesser, so oft es der Raum gestattet. Auf eine ähnliche Art verfährt man auch bei den Riegeln und Latten.

§. 259.

Aufgabe. Es sei z. B. eine Mauer 60 Fuß lang, 12 Fuß hoch und 25 Zoll Dezimalmaaß dick, und man will

berechnen, wie viel Kubikfuß dieselbe enthält, so multiplizirt man die Länge mit der Höhe und was sich daraus ergiebt, mit der Dicke der Mauer.

Es sind also 60 × 12 Fuß = 720 □ Fuß; macht man diese zu Zoll, so erhält man 72000 □ Zoll, welche, mit der Dicke multiplizirt, 72000 × 25 = 1800,000 Kubikzoll giebt; schneidet man nun die drei letzten Ziffern ab, so erhält man 1800 Kubikfuß als den Inhalt der Mauer.

§. 260.

Ein anderes Beispiel. Eine Mauer sei 50 Fuß lang, 12 Fuß hoch und 2 Fuß dick; in dieser Mauer befinden sich eine Thür von 10 Fuß Höhe und 5 Fuß Breite, so wie vier Fenster, jedes von 6 Fuß Höhe und 4 Fuß Breite; wie viel Kubikfuß enthält diese Mauer?

Man berechnet erst den Quadratinhalt der vordern Fläche, welche 50 × 12 = 600 □ Fuß beträgt; dann berechnet man den Flächeninhalt der Thür und der 4 Fenster, welche zusammen 146 □ Fuß halten; dies zieht man nun von dem Flächeninhalt der Mauer ab, so bleiben 454 □ Fuß als Rest. Wird dieser Rest mit 2 Fuß, als der Dicke der Mauer, multiplizirt, so erhält man 908 Kubikfuß, und dieses ist der Inhalt der Mauer.

Durch die Kubikrechnung die Schwere durchaus gleichartiger Körper zu finden.

§. 261.

Erklärung. Wenn man zwei Körper von gleicher Größe, aber verschiedener Dichtigkeit vergleicht, so nennt man die Zahlen, welche das Verhältniß ihrer Gewichte ausdrücken, das eigenthümliche oder specifische Gewicht der Körper. Da nun unter allen Materien das destillirte Wasser die gleichförmigste Dichtigkeit besitzt, so hat man dasselbe zur Vergleichung des Gewichts aller Körper gewählt; wenn man nun das eigenthümliche Gewicht eines Körpers angiebt, so versteht man darunter die Zahl, die das Ver-

hältniß seines Gewichts zu dem des destillirten Wassers ausdrückt, wenn man das letztere gleich Eins setzt.

§. 262.

Wird z. B. das eigenthümliche Gewicht eines Körpers auf 15,00 angegeben, so heißt dies, das Gewicht des Körpers sei noch halb mal so groß, als das des destillirten Wassers, oder ein Kubikfuß von dem Körper, dessen eigenthümliches Gewicht = 15,00 ist, wiegt noch halb mal so viel, als ein Kubikfuß destillirten Wassers.

Bei der Berechnung wird angenommen, daß der Kubikfuß destillirten Wassers 66 Preußische = 56,38 Wiener = 70 Pariser Pfund wiegt.

§. 263.

Da es häufig auf die genaue Beurtheilung des Gewichts der zu verwendenden, so wie der belastenden Materialien ankommt, so wird man nach folgender Tabelle *), welche das eigenthümliche Gewicht der am häufigsten vorkommenden Stoffe anzeigt, das absolute Gewicht derselben leicht berechnen können.

Benennung der Gegenstände.	Eigenthümliches Gewicht.
Basalt	2,014 bis 3,310
Birkenholz vom Stamme, trocken	0,580
Blei, gegossenes	11,324 — 11,875
Büchenholz vom Stamme, trocken	0,666 — 0,854
Dachschiefer	2,670 — 3,500
Eichenholz vom Kern, trocken	0,720 — 0,795
Eisen, gegossenes	7,113 — 7,200
— geschmiedetes brandenburgisches	8,189
— Suhler	8,215
Erde, lehmige, festgestampft, frisch	2,063
— — — trocken	1,929

*) Vergl. Helfft's Wörterbuch.

Benennung der Gegenstände.	Eigenthümliches Gewicht.
Erde, feste Gartenerde, frisch . . .	2,047
— — — trocken . .	1,630
Feldstein, gemeiner	2,430 bis 2,600
— dichter	2,609 — 3,389
Glas, gemeines	2,642
Krystallglas	2,488 — 2,892
Gold, das reinste, gegossen . . .	19,640
Dukatengold	19,352
französisches zu 22 Karat, gegossen	17,486
Granit	2,539 — 3,063
Gips, dichter	1,872 — 2,964
— gebrannter	1,810
Holzkohle	0,280 — 0,442
Hornbaum (Weißbüche) vom Stamm, trocken	0,755 — 0,805
Kalkmörtel, frisch	1,789
— trocken	1,638
Kalkstein, Rüdersdorfer	2,396
Kiefernholz, frisch und harzig . .	0,725
— trocken	0,625
Kupfer, geschmolzenes	7,788
— schwedisches	8,784
Lehm, fetter, frisch	1,664
— erhärtet	1,516
Lehm mit Stroh vermischt, wie er bei ausgestakten Wänden benutzt wird, trocken	1,072
Marmor, bayreuther	2,840
— blankenburger	2,675
— schlesischer weißer . . .	2,648
— italienischer weißer . . .	2,715

Benennung der Gegenstände.	Eigenthümliches Gewicht.
Mauern in Kalkmörtel von Rüdersdorfer Bruchsteinen, trocken . .	2,396
Mauern von Ziegelsteinen, trocken .	1,471 bis 1,593
Messing, gegossen	8,396
Nußbaumholz, deutsches	0,664
— — französisches . . .	0,671
— — virginisches schwarzes	0,827
Pappelbaumholz,	
Schwarzpappel, trocken	0,383 — 0,557
Weißpappel, desgl. . . .	0,529 — 0,810
Pech	1,150
Pflaumenbaumholz	0,785
Platina, gezogen	21,042
— gehämmert	20,337
Porphyr	2,395 — 2,793
Porzellan, chinesisches	2,385
— französisches	2,146
— sächsisches	2,493
Porzellanerde	2,230 — 2,400
Quecksilber, deutsches	14,000
— englisches	13,593
Regenwasser	1,000
Rothtannenholz, Fichten, trocken .	0,546
Salmiak	1,420
Salpeter	1,900
Sand, trockener	1,638
— mit Wasser gesättigt . . .	1,945
Sandstein	1,933 — 2,699
Schwefel, geschmolzener	1,991
— natürlicher	2,033
Silber, 16löthiges, geschlagen . .	10,511
— — — geschmolzen . .	10,474

Benennung der Gegenstände.	Eigenthümliches Gewicht.
Stahl, geschlagen	7,819
Federstahl	8,215
— in englischen Feilen . . .	8,189
Steineichen vom Stamme, trocken .	0,724 bis 0,760
Steinkohlen	1,270 — 1,500
Steinsalz	2,143
Thon, gemeiner Töpferthon . . .	1,800 — 2,000
Tomback	9,185
Wachs	0,965
Wasser, destillirtes	1,000
Weidenholz	0,585
Weingeist, gemeiner	0,837
— rectificirter	0,829
Wismuth, geschmolzen	9,822
Ziegel, gebrannte	1,410 — 2,215
Zink, geschmolzen	7,191
Zinn, englisches, gegossen	7,291
— — gehämmert	7,306

§. 264.

Absolutes Gewicht nennt man, im Gegensatze zum eigenthümlichen, dasjenige, welches einem Körper von gewisser Größe entspricht. Man erhält also das absolute Gewicht eines Körpers, der einen Kubikfuß groß ist, wenn man sein eigenthümliches mit 66 multiplizirt, wo alsdann die gefundene Zahl Preußische Pfunde bezeichnet. Dieses Gewicht erhält man auch bei dem gewöhnlichen Wiegen mittelst der Wage.

§. 265.

Aufgabe. Wie viel Preußische Pfunde wiegt ein Kubikfuß Blei?

Man multiplizirt das eigenthümliche Gewicht des Bleies mit 66,

$11,324 \times 66 = 747,384$ Pfund,

folglich wiegt ein Kubikfuß Blei 747,384 Preuß. Pfund.

§. 266.

Aufgabe. Wie viel Pariser Pfund wiegt ein Kubikfuß Steinkohlen von der schwersten Sorte?

Hier multiplizirt man das eigenthümliche Gewicht mit 70,

$1,100 \times 70 = 77,000$ Pfund,

folglich wiegt ein Kubikfuß Steinkohlen 77 Pariser Pfund.

§. 267.

Aufgabe. Wie viel wiegt ein Kubikfuß Messing in Preußischen Pfunden?

Eigenthümliches Gewicht $8,396 \times 66 = 554,136$ Pfd.

§. 268.

Aufgabe. Wie viel wiegt ein Kubikfuß Tomback in Preußischen Pfunden?

Eigenthümliches Gewicht $9,185 \times 66 = 606,110$ Pfd.

§. 269.

Aufgabe. Wie viel Pfund wiegt ein Kubikfuß Tomback schwerer, als ein Kubikfuß Messing?

Man setzt die Zahl der Pfunde des Messings unter die des Tombacks und zieht die erstere von der letzteren ab.

Tomback	606,110	
Messing	554,136	
bleibt	51,974	Pfund.

Von der Ausrechnung der Oberflächen der Körper.

§. 270.

Erklärung. Die Oberflächen der Körper bestehen aus den Netzen, mit welchen die Körper umgeben sind. Werden nun die einzelnen Flächen, welche die Netze bilden, ausgerechnet und zusammenaddirt, oder wenn sie alle gleich sind, nur eins ausgerechnet und mit der ganzen Anzahl multiplizirt, so erhält man den Flächeninhalt von der Oberfläche eines Körpers.

§. 271.

Aufgabe. Den Inhalt der Oberfläche eines senkrechten Prisma zu finden.

Die Oberfläche eines senkrechten Prisma findet man, wenn man den Umfang der Grundfläche mit der Höhe multiplizirt und die doppelte Grundfläche dazu addirt.

§. 272.

Aufgabe. Den Inhalt der Oberfläche eines senkrechten Parallelepipedums zu finden.

Man berechnet die Seiten als Parallelogramme und addirt die doppelte Grundfläche dazu.

§. 273.

Aufgabe. Den Inhalt der Oberfläche eines Würfels zu finden.

Man berechnet die Seite des Würfels und multiplizirt den Inhalt mit 6.

§. 274.

Aufgabe. Den Inhalt der Oberfläche einer senkrechten Walze (Cylinder) zu finden.

Man addirt den Halbmesser der Walze zu der Höhe derselben und multiplizirt diese Summe mit dem Umkreise der Walze.

§. 275.

Aufgabe. Den Inhalt der Oberfläche einer Pyramide zu finden.

Die Oberfläche der Pyramide besteht aus so vielen Dreiecken, als die Grundfläche Seiten hat, und der Grundfläche selbst; man berechnet also den Inhalt von einem Dreieck, multiplizirt ihn mit der Anzahl derselben und addirt zu dem Produkt den Inhalt der Grundfläche.

§. 276.

Aufgabe. Den Inhalt der Oberfläche eines senkrechten Kegels zu finden.

Den Inhalt der Oberfläche eines senkrechten Kegels erhält man am leichtesten, wenn man den Halbmesser der

Grundfläche zu der Höhe der Seiten addirt, die erhaltenen Summen mit dem Umkreise multiplizirt und das Produkt durch 2 dividirt.

§. 277.

Aufgabe. Den Inhalt der Oberfläche einer senkrechten abgekürzten Pyramide zu finden.

Die Seitenflächen einer abgekürzten Pyramide bestehen aus lauter Paralleltrapezen. Man berechnet also den Inhalt derselben nach §. 83. und addirt die obere und untere Fläche dazu. Auch findet man den Inhalt der Oberfläche, wenn man die Summen zweier gleichliegender Seiten, der oberen und unteren Fläche mit der Höhe der Seitenfläche und ihrer halben Anzahl multiplizirt.

§. 278.

Aufgabe. Den Inhalt der Oberfläche eines senkrechten abgekürzten Kegels zu finden.

Die Oberfläche eines abgekürzten Kegels findet man, wenn man die mittlere Kreislinie mit der Höhe der Seite multiplizirt und zu dieser Summe die obere und untere Kreisfläche addirt.

§. 279.

Aufgabe. Den Inhalt der Oberfläche einer Kugel zu finden.

Die Oberfläche der Kugel findet man, wenn man den Durchmesser zum Quadrat erhebt, mit der Zahl 314 multiplizirt und durch 100 dividirt. Auch erhält man die Oberfläche der Kugel, wenn man den Inhalt der größten Kreisfläche derselben mit 4 multiplizirt.

§. 280.

Aufgabe. Die Anzahl von Brettern oder Zinktafeln zu bestimmen, die zur Bedeckung einer Fläche nöthig sind.

Man berechnet den Quadratinhalt einer Tafel und dividirt ihn in den Quadratinhalt der ganzen Fläche.

Von der Verwandlung der Körper.

§. 281.

Erklärung. Die Verwandlung der Körper besteht darin, denselben eine andere Gestalt zu geben, ohne ihren Kubikinhalt zu verändern.

§. 282.

Aufgabe. Einen prismatischen Körper in einen Cylinder zu verwandeln.

Man verwandelt die Grundfläche des Prisma in einen Kreis und giebt dem Cylinder mit dem Prisma gleiche Höhe, so werden beide an Kubikinhalt gleich sein. Will man das Prisma in einen Würfel verwandeln, so berechnet man erst den Inhalt desselben, aus welchem man die Kubikwurzel zieht, wodurch man die Seite eines Würfels erhält, der dem gegebenen Prisma gleich sein wird. Das letztere Verfahren ist auch bei allen anderen Körpern anwendbar.

§. 283.

Aufgabe. Einen Kegel oder eine Pyramide in einen Cylinder zu verwandeln.

Bei dem Kegel behält man die Grundfläche, bei der Pyramide aber verwandelt man die Grundfläche in einen Kreis, welchem man den dritten Theil von der Höhe des Kegels oder der Pyramide zu seiner Höhe giebt. Will man im entgegengesetzten Falle einen Cylinder in eine Pyramide oder einen Kegel verwandeln, so behält man die Grundfläche bei und giebt ihr die dreifache Höhe des Cylinders.

§. 284.

Aufgabe. Eine Kugel in einen Cylinder zu verwandeln.

Man nimmt die größte Kreisfläche der Kugel zur Grundfläche des Cylinders und giebt ihm zwei Drittheile des Durchmessers zu seiner Höhe. Da sich der Cylinder in ein Prisma, Parallelepipedum, Pyramide und Kegel

verwandeln läßt, so kann mit der Kugel auch dasselbe geschehen, welches aus dem hier Angeführten leicht zu entnehmen ist.

§. 285.

Aufgabe. Eine Kugel in einen Kegel zu verwandeln, von welchem die Grundfläche gegeben ist.

Man berechnet den Inhalt der Kugel, welchen man durch die Grundfläche des Kegels dividirt und mit 3 multiplizirt, und erhält hierdurch das Produkt, welches die Höhe des Kegels angiebt.

Von der Ausziehung der Kubikwurzel.

§. 286.

Erklärung. Wenn eine Zahl durch sich selbst multiplizirt wird, so erhält man ihr Quadrat: $5 \times 5 = 25$ ist also das Quadrat von 5.

Das Quadrat ist also ein Produkt aus zwei gleichen Faktoren; jeder dieser Faktoren ist die Quadratwurzel des Produkts: folglich ist 5 die Quadratwurzel von 25.

Multiplizirt man das Quadrat mit seiner Wurzel, so erhält man den Kubus; $5 \times 25 = 125$ ist also der Kubus von 5.

Der Kubus ist ein aus der Multiplikation von drei gleichen Faktoren gebildetes Produkt; jeder dieser Faktoren ist die Kubikwurzel dieses Produkts: 125 ist das Produkt aus 5, zweimal durch sich selbst multiplizirt, oder $5 \times 5 \times 5$, und 5 ist die Kubikwurzel von 125.

Das Ausziehen der Kubikwurzel ist also nichts weiter, als diejenige Zahl ausfindig zu machen, welche, zweimal durch sich selbst multiplizirt, die gegebene Zahl hervorbringt.

§. 287.

Aufgabe. Die Kubikwurzel aus der Zahl 12977875 zu ziehen.

12,	977,	875	235
8			
4	977		
1	2		
12	167		
	810	875	
	15	87	
12	977	875	

Man theilt die ganze Zahl von der Rechten zur Linken in Abtheilungen von drei Ziffern, wobei es öfter vorkommt, daß die erste Abtheilung nur eine oder zwei Ziffern erhält, und sucht die Wurzel der ersten Abtheilung, welches 2 ist. Diese Zahl setzt man hinter den Vertikalstrich; den Kubus derselben, 8, aber unter 12, und zieht 8 von 12 ab, wodurch man die Zahl 4 als Rest erhält. Zu dem Rest setzt man die nächste Abtheilung 977 herunter, nimmt das dreifache Quadrat der erhaltenen Wurzel, nämlich $2 \times 2 \times 3 = 12$, setzt diese 12 als einen Divisor unter die Zahl 4977 und dividirt sie, so erhält man den Quotienten 3, denn 4 würde zu groß sein und sich nachher die Summe der Produkte von der Zahl 4977 nicht abziehen lassen. Den Quotienten 3 schreibt man zu 2, erhebt die bis dahin gefundene Wurzel zum Kubus, nämlich $23 \times 23 = 529 \times 23 = 12167$, und zieht sie von der gegebenen Zahl 12977 ab. Zu dem Rest setzt man die dritte Abtheilung 875 herunter, nimmt zum Divisor abermals das dreifache Quadrat des Quotienten 23 und setzt den erhaltenen Quotienten 5 zu 23; erhebt man nun den ganzen bis dahin erhaltenen Quotienten wieder zum Kubus, nämlich $235 \times 235 = 55225 \times 235 = 12977875$, und zieht diesen von der zuerst gegebenen Zahl ab, so bleibt kein Rest, welches den Beweis giebt, daß die gegebene Zahl eine vollkommene Kubikzahl ist.

Läßt sich aber die untere Zahl von der oberen nicht abziehen, so ist dies ein Beweis, daß der Quotient zu hoch

angenommen wurde, daher muß in solchen Fällen der Quotient um 1 oder 2 niedriger angenommen werden.

§. 288.

Aufgabe. Die Kubikwurzel aus der Zahl 17402886 zu ziehen.

```
17, 402, 886 | 259
 8           |
------------ |
 9  402      |
 1  2
15  625
------------
 1  777  886
     18  75
17  399  879
------------
      3  007
```

Wenn nach vollendeter Rechnung ein Rest übrig bleibt, dann kann der Werth desselben durch Zusetzung von 3 Nullen in Dezimalzahlen gefunden werden.

§. 289.

Aufgabe. Es soll ein Gefäß in der Gestalt eines Würfels verfertigt werden, welches 15 Kubikfuß 625 Kubikzoll Dezimalmaaß in sich enthält, wie lang wird eine Seite sein?

Man schreibt die Zoll zu den Fußen, wodurch man die Zahl 15625 erhält, aus welcher man die Kubikwurzel zieht.

```
15, 625c'' | 2' 5'' Länge der Seite des Würfels.
 8         |
---------- |
 7  625    |
 1  2
15  625
----------
```

Von dem Construiren verschiedener Gewölbe-Bogen und anderer Linien, welche in der Baukunst häufig vorkommen.

§. 290.

Erklärung. Die Bogen erhalten hinsichtlich ihrer Form verschiedene Benennungen. Ein Bogen, welcher durch einen Halbkreis beschrieben wird, heißt ein voller Bogen; ein aus mehreren Kreisstücken gebildeter Bogen, dessen halbe Weite größer, als die Höhe ist, heißt ein gedrückter Bogen; ist die Höhe größer, als die halbe Weite, dann ist es ein erhabener Bogen. Ein steigender Bogen ist derjenige, dessen eine Seite höher liegt, als die andere; und ein gothischer Bogen ist der, welcher aus zwei sich durchkreuzenden Kreisstücken besteht.

§. 291. Fig. 327.

Bei der Anfertigung eines Bogens kommt es hauptsächlich darauf an, daß die Widerlager gehörig geformt, d. h. es muß der Radius, nach welchem der Bogen construirt ist, genau in die Ebene fallen, in welcher sich Bogen und Widerlager vereinen. Ebenfalls müssen auch die Widerlager, worauf die Gewölbe ruhen, damit die Last der Gewölbe so viel wie möglich senkrecht auf dieselben wirkt, Tangenten von den Bogen bilden, wie acb von dem Bogen cd. Auch müssen gedrückte Bogen, die aus mehreren Kreisstücken bestehen, bei ihrem Zusammenstoßungspunkte einerlei Tangenten haben; daher ist ef die gemeinschaftliche Tangente der beiden Bogen cd und dg, weil sich ihre Mittelpunkte h und m auf der geraden Linie dm befinden, denn die Halbmesser müssen allemal senkrecht auf den Tangenten

stehen. Hierdurch wird verhindert, daß die Bogen beim Zusammenstoßen sowohl unter sich, wie auch bei den Widerlagern einen Bruch machen, welches bei Gewölben durchaus nicht vorkommen darf.

§. 292.

Aufgabe. Einen gedrückten Bogen zu zeichnen.

Zeichnet man von den Figuren Nr. 46., 47., 48., 49., 54., 55., 56., 57., 58. und 62. nur die obere Hälfte, welche sich über der wagerechten Linie befindet, und läßt die untere Hälfte weg, so können dieselben als gedrückte Bogen betrachtet werden. Theilt man hingegen die Figuren durch eine senkrechte Linie in zwei gleiche Theile, so erhält man, wenn diese Figuren so gestellt werden, daß die Spitze nach oben kommt, durch Hinweglassung der einen Hälfte einen erhabenen Bogen.

§. 293. Fig. 328.

Aufgabe. Einen steigenden Bogen mit Kreisstücken zu zeichnen, daß die Scheitellinie wagerecht auf den Widerlagern ruht.

Die Linie ab wird die Steigungslinie und die Linie hm die Scheitellinie genannt.

Man zieht die wagerechte Linie acd, trägt die Weite bc von c nach d, theilt die Linie ad in zwei gleiche Theile, wodurch man den Punkt g erhält, zieht aus dem Punkte g die senkrechte Linie fg und aus b die Linie be, so ist e der Mittelpunkt des kleineren und g der Mittelpunkt des größeren Bogens, über welche man die Scheitellinie hm als ihre gemeinschaftliche Tangente ziehen kann. Ebenfalls müssen die Widerlager bei a und b Tangenten ihrer beiderseitigen Bogen sein.

§. 294. Fig. 329.

Aufgabe. Einen steigenden Bogen zu zeichnen, bei welchem die Scheitellinie parallel mit der Steigungslinie läuft.

Man zieht die wagerechte Linie ac und die Steigungs-

linie ab, theilt die Linie ac in zwei gleiche Theile und errichtet auf dem hierdurch erhaltenen Punkte d die senkrechte Linie de, so wird diese die Linie ab bei k durchschneiden; trägt man nun die Weite ak von k nach e, so ist e der Scheitelpunkt, durch welchen die Scheitellinie fg parallel mit ab gezogen wird. Hierauf zieht man die Linie ae, theilt diese in zwei gleiche Theile und zieht durch die Punkte h und k die Linie hi, so ist i der Mittelpunkt des Bogens ae. Ferner zieht man die Linie ie, und bl senkrecht auf bc, wodurch man den Punkt l als den Mittelpunkt des Bogens eb erhält.

§. 295. Fig. 330.

Aufgabe. Einen steigenden Bogen mit Kreisstücken zu zeichnen, wo die Scheitellinie weder parallel mit der Steigungslinie, noch wagerecht auf den Widerlagern ruht.

Man zieht die Steigungslinie ab und die Scheitellinie cd, trägt die Weite ca von c nach e und bd von d nach f, und zieht die Linien ae und fb; wo sich diese bei l schneiden, ist der eigentliche Scheitelpunkt, durch welchen die Scheitellinie hg parallel mit cd gezogen wird. Zieht man nun auf hg bei l die senkrechte Linie lk und auf ac die wagerechte am, so ist k der Mittelpunkt des Bogens al, und zieht man ib senkrecht auf bd, so ist i der Mittelpunkt des Bogens lb.

§. 296. Fig. 331.

Aufgabe. Einen steigenden Bogen zu zeichnen, wo außer dem Mittelpunkte auch noch die Höhe und Weite gegeben ist.

Man zieht die Steigungslinie ab, theilt diese bei f in zwei gleiche Theile, zieht die Linie fc und bemerkt oben bei c die Höhe des Bogens. Hierauf beschreibt man mit der Weite fc einen Quadranten aed, theilt die Weite ae in vier gleiche Theile, den letzten aber bei e3 noch in zwei andere, und errichtet auf den hierdurch erhaltenen Punkten

senkrechte Linien. Ferner, wenn man af und fb in dieselbe Anzahl von Theilen wie ae theilt, auf die hierdurch erhaltenen Punkte wieder senkrechte Linien errichtet und ihnen dieselbe Höhe giebt, wie die bei ae nach der Ordnung der Zahlen 1, 2, 3, 4, so kann durch die hierdurch erhaltenen Punkte vermittelst eines biegsamen Lineals der verlangte Bogen gezogen werden.

§. 297. Fig. 332. und 333.

Aufgabe. Einen gothischen Gewölbbogen zu zeichnen.

Man zieht, Fig. 332., die Linie ab, setzt den Zirkel in a und beschreibt den Bogen bc, so wie aus b den Bogen ac, dann ist acb der verlangte Bogen. Ist, wie in Fig. 333., die Höhe de des Bogens und die Grundlinie fg gegeben, dann zieht man die Linie dg, theilt diese bei h in zwei gleiche Theile und errichtet auf h die senkrechte Linie hk, wodurch man den Punkt k erhält, aus welchem der Bogen dg gezogen werden kann; dann trägt man die Weite ke von e nach l und zieht aus l den Bogen fd.

§. 298. Fig. 334.

Aufgabe. Eine Radlinie zu zeichnen.

Wenn man ein Rad nimmt und sich auf der Stelle, wo dasselbe die Grundlinie berührt, einen bestimmten Punkt bemerkt, so beschreibt dieser Punkt beim Fortlaufen des Rades bis zu der Stelle, auf welcher er wieder die Grundlinie berührt, einen Bogen, welcher die Radlinie genannt wird.

Man zieht die wagerechte Linie ab, so wie die senkrechte ac, beschreibt aus d einen Kreis und theilt diesen von a bis c in eine beliebige Anzahl gleicher Theile. Hierauf zieht man die Linie de, so wie aus allen Theilpunkten des Kreisbogens Parallelen mit ab, trägt dann die Theilpunkte des Kreisbogens auf der Linie de von d nach e, wodurch man die Punkte f, g, h, i, k, l u. s. w. erhält. Dann nimmt man mit dem Zirkel die Weite ad und macht mit dieser Weite aus den Punkten f, g, h, i, k, l u. s. w. die Kreuzschnitte bei 1, 2, 3, 4, 5 u. s. w., so erhält man

durch diese die Punkte, welche, mit einem biegsamen Lineal zusammengezogen, die verlangte Radlinie bilden.

Von den Kegelschnitten.

§. 299. Fig. 335.

Schneidet man einen Kegel senkrecht durch seine Achse ab, so giebt der Schnitt ein Dreieck. Schneidet man ihn bei cd parallel mit der Grundfläche, so entsteht hierdurch ein Kreis vom Durchmesser cd. Wird er in einer schiefen Richtung ef durchschnitten, so giebt dieser Schnitt eine Ellipse. Schneidet man ihn parallel mit einer Seite wie gh, so giebt der Schnitt eine Parabel; geht der Schnitt parallel mit der Achse, wie ik, so entsteht hierdurch eine Hyperbel. Die Ellipse, die Parabel und die Hyperbel werden daher auch Kegelschnittslinien genannt, weil sie aus den Schnitten des Kegels entstehen.

§. 300. Fig. 335.

Aufgabe. Eine Parabel zu zeichnen.

Man zieht im Aufriß des Kegels, Fig. 335., die Linie gh parallel mit der Seite ai, welche den Schnitt andeutet, durch welchen die Parabel gebildet wird. Hierauf theilt man im Grundriß den Halbkreis lm in mehrere gleiche Theile, hier in neun, errichtet auf den Punkten 1, 2, 3, 4 die senkrechten Linien 1n, 2o, 3p und 4q, und zieht aus den Punkten n, o, p, q die Linien na, oa, pa und qa. Ferner zieht man aus den Punkten s, t, u, v und g wagerechte Linien nach Fig. 336.; aus denselben Punkten zieht man auch senkrechte Linien nach dem Grundriß herunter, und erhält durch diese die Punkte w, x, y, z u. s. w., welche, wenn man sie zusammen verbindet, die Linie der Parabel im Grundriß oder von oben gesehen anzeigt.

Hierauf zeichnet man den Kegel nebst Grundriß Fig. 336. von derselben Größe, wie Fig. 335., theilt den halben Grundriß auch wieder in neun gleiche Theile und er-

richtet aus den Theilpunkten die senkrechten Linien ac, 1f, 2g, 3h u. s. w., und aus den Punkten f, g, h, i u. s. w. zieht man nun die Linien fp, gp, hp u. s. w., so erhält man die Durchschnittspunkte q, r, s, t, u u. s. w., welche, zusammen verbunden, die verlangte Parabel bilden.

§. 301. Fig. 337. und 338.

Aufgabe. Eine Hyperbel zu zeichnen.

Die Linie ab, Fig. 337., zeigt den Schnitt der Hyperbel von der Seite, die Linie cd den Schnitt derselben von oben und die Linie efg, Fig. 338., die Hyperbel selbst in ihrer ganzen Ausdehnung an. Die Construction ist dieselbe, wie bei der Parabel.

§. 302. Fig. 339.

Aufgabe. Eine Parabel auf eine andere Art zu zeichnen.

Man zieht die wagerechte Linie ab und die senkrechte cd, bestimmt den Punkt g, durch welchen die Parabel gehen soll, und zieht durch diesen die Linie ae parallel mit cd. Hierauf theilt man ga in mehrere gleiche Theile, trägt diese Theile auf der Linie cd von f nach c und zieht aus den Theilpunkten der Linie ae die Linien, welche auf f gerichtet sind, so wie aus den Punkten der Linie cd die Linien, welche auf g gerichtet sind. Die Durchschneidung der beiden gleich gezeichneten Linien bestimmt die Punkte, nach welchen die eine Seite der Parabel gezeichnet werden kann. Zieht man aus den erhaltenen Punkten Parallelen mit ab, so können die Punkte auch auf der entgegengesetzten Seite abgetragen und nach diesen die andere Hälfte der Parabel gezeichnet werden.

§. 303. Fig. 340.

Aufgabe. Den Brennpunkt der Parabel zu finden.

Man wählt einen beliebigen Punkt der Linie ab, zieht durch diesen die Linie de und von d nach a die Linie da; errichtet man nun die Linie dc senkrecht auf da, so ist ce der Parameter; theilt man diesen in vier gleiche Theile und

trägt einen Theil von a nach f, so ist f der Brennpunkt der Parabel.

§. 304.

Die Strahlen einer Flamme, welche sich in dem Brennpunkte der Parabel befindet, werden alle parallel mit der Achse zurückgeworfen; daher kann man also auch die Parabel zu Lampenschirmen anwenden, indem sie ein sehr helles Licht verbreiten. Befindet sich aber die Flamme außerhalb der Parabel, so konzentriren sich die Strahlen alle in dem Brennpunkte derselben, woraus sich die Wirkung der parabolischen Brennspiegel erklären läßt.

§. 305.

Die Hyperbel ist zur Verbreitung des Lichts noch vortheilhafter, als die Parabel, weil die Strahlen nicht parallel mit der Achse zurückgeworfen werden, sondern sich in der Entfernung immer weiter ausbreiten; daher sie zu Lampenschirmen in den Straßenlaternen anwendbar sind. Man kann sich derselben auch noch zu Rückwänden von Kaminen in den Zimmern bedienen, weil dadurch die Wärme des Feuers, welches sich in dem Brennpunkt befindet, sehr weit aus einander geworfen und daher das Zimmer wohl erwärmt wird. Ebenfalls ist die Figur der Hyperbel auch bei Verfertigung der Souffleurkasten, welche im Theater gebraucht werden, anwendbar, weil dadurch der Schall der Stimme in die Ferne verbreitet wird.

§. 306. Fig. 341.

Aufgabe. Die zu einem Kreuzgewölbe erforderlichen Kreuzbogen zu zeichnen, wenn der Hauptlehrbogen aec ein halber Kreisbogen ist.

Man zieht in das Quadrat abcd die beiden Diagonallinien ad und bc, trägt die Höhe von ef senkrecht auf bc von m nach n, und die Weite am von n nach g und h, so sind g und h die beiden Brennpunkte, auf welchen man Stifte einschlagen und die halbe Ellipse auf die Art, wie §. 37. gezeigt wurde, verfertigen kann.

§. 307. Fig. 342.

Aufgabe. Die Kreuzbogen durch eine Abscissenlinie*) und die darauf gesetzten rechtwinklichten Ordinaten zu zeichnen, wenn der Lehrbogen weder ein halber Kreisbogen, noch eine halbe Ellipse ist.

Man theilt die Linie ab in mehrere gleiche Theile, hier in zehn, die beiden letzten Theile aber bei a und b in noch zwei andere, um die Biegung desto genauer zu erhalten, und zieht durch die Theilpunkte die Linien ed, gf, ih u. s. w., bis zu der Diagonallinie ac. Hierauf errichtet man auf den Punkten, wo die Diagonale durchschnitten wird, die senkrechten Linien kl, mn, op u. s. w., trägt dann die Weiten ed, gf, ih u. s. w. von k nach l, von m nach n, von o nach p u. s. w., wodurch man die einzelnen Punkte des Gradbogens erhält, welche aus freier Hand oder vermittelst eines biegsamen Lineals zusammengezogen werden können. Dasselbe Verfahren kann auch in Anwendung gebracht werden, wenn die Grundflächen aus Trapezen und Trapezoiden bestehen.

§. 308. Fig. 343.

Aufgabe. Die Kreuzbogen durch eine Abscissenlinie und die darauf gesetzten rechtwinklichten Ordinaten zu zeichnen, wenn der Lehrbogen ein gothischer ist.

Die Verfahrungsart ist dieselbe, wie bei der vorigen Figur, daher diese Figur auch dieselbe Buchstabenbezeichnung hat.

§. 309. Fig. 344.

Aufgabe. Eine gothische Rosette zu zeichnen.

Man beschreibt einen Kreis, theilt diesen in sechszehn gleiche Theile und zieht aus allen Theilpunkten Linien, welche auf den Mittelpunkt gerichtet sind. Hierauf theilt

---

*) Abscissen nennt man die Theile von der Achse einer krummen Linie, welche zwischen der Spitze oder einem anderen bestimmten Punkte der krummen Linie und der Ordinate enthalten sind.

man den Halbmesser in zwei gleiche Theile und beschreibt mit dieser Weite den inneren Kreis, setzt dann den Zirkel in a, öffnet ihn bis c und beschreibt den Bogen cd, so wie aus c den Bogen gd, aus b den Bogen ef u. s. w., bis die Figur vollendet ist.

Das Entwerfen der Zeichnungen nach dem verjüngten Maaßstabe.

§. 310.

Es wurde bereits in den §§. 71. bis 74. das Zeichnen, so wie der Gebrauch des verjüngten Maaßstabes gelehrt, insofern die nach demselben zu fertigende Zeichnung einer willkürlichen Dimension zu Grunde lag. Da es nun aber öfter erfordert wird, einen verjüngten Maaßstab in dem Verhältnisse zu dem wirklichen entweder um die Hälfte, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ u. s. w. kleiner oder größer einzutheilen um dann nach demselben die richtigen Maaße abnehmen zu können, oder auch einer verjüngten Zeichnung gerade die Größe zu geben, daß sie auch ihrem Zweck vollkommen entspricht und so viel wie möglich die Arbeit erleichtert, wozu eine genaue und richtige Uebersicht gehört, so hat man bei der Verjüngung des Maaßstabes vorzüglich seine Aufmerksamkeit darauf zu richten, daß man die Eintheilung desselben nicht zu groß oder zu klein bestimme, damit bei seiner Anwendung im ersten Falle auf einem beschränkten Raume die Zeichnung nicht zu groß, so wie im anderen Falle zu klein werde, welches den Nachtheil verursachen würde, daß man die kleinsten Theile, welche sich auf der Zeichnung befinden, nicht deutlich genug darstellen könnte.

§. 311.

Will man z. B. einen Maaßstab anfertigen, dessen Fuß $= 1\frac{1}{2}$ Zoll Duodezimalmaaß sind, und derselbe soll in der

Verjüngung 8 Fuß lang sein, so nimmt man 12 Zoll des wirklichen Maaßstabes in den Zirkel (denn $8 \times 1\frac{1}{2} = 12$ Zoll) und trägt diese auf eine gerade Linie; theilt man nun diese Linie in 8 gleiche Theile, so erhält man hierdurch einen verjüngten Maaßstab, von dem der Fuß die Länge von $1\frac{1}{2}$ Zoll des wirklichen Maaßstabes hat.

§. 312.

Soll nun die Zeichnung eines Gebäudes von 54 Fuß Duodezimalmaaß Länge auf einem Zeichnenbogen, welcher 18 Zoll lang ist, dargestellt werden, und man will wissen, wie groß die Länge eines Fußes von dem verjüngten Maaßstabe gemacht werden muß, so darf man nur die Länge des Gebäudes, so wie die des Bogens in einen Bruch zusammenstellen und denselben auflösen. Z. B. $\frac{18}{54} = \frac{1}{3}$; läßt man nun $\frac{1}{3}$ Zoll des wirklichen Maaßes einen Fuß im verjüngten Maaßstabe gelten, so erhält man hierdurch die entsprechende Länge, denn da der Bogen 18 Zoll lang ist, so geben 18 ganze 54 Drittel-Zoll, und diese $\frac{1}{3}$ Zoll, als ganze Fuß angenommen, geben 54 Fuß. Ist der zu zeichnende Gegenstand 40 Fuß im Duodezimalmaaß lang und der Zeichnenbogen 24 Zoll, so würde der verjüngte Fuß zu dieser Zeichnung $\frac{3}{5}$ Zoll des wirklichen Maaßes betragen, weil $\frac{24}{40} = \frac{3}{5}$ sind.

§. 313.

Ist aber bei der Verjüngung des Maaßstabes ein bestimmtes Verhältniß angegeben, daß nämlich die zu zeichnende Kopie in Hinsicht ihres Flächenraums, z. B. zwei-, drei-, vier- u. s. w. mal größer oder kleiner, als das Original selbst ist, gezeichnet werden soll, so kann dies auf mathematischem Wege entweder durch Zeichnung oder durch Rechnung gefunden werden.

Ein sehr unrichtiges Verhältniß würde man erhalten, wenn man bei einer Zeichnung, welche noch einmal so groß, als das Original gezeichnet werden soll, die Länge des Fußes zweimal so lang nehmen würde, als der Fuß auf dem

Maaßstab des Originals ist; denn hierdurch würde die Kopie nicht zweimal, sondern viermal größer werden, als das Original. Eben so fehlerhaft würde es sein, wenn die Kopie halb so groß, als das Original gezeichnet werden soll, und man wollte die Hälfte vom Fuß des Original-Maaßstabes zu dem der Kopie nehmen, indem sie hierdurch viermal kleiner werden würde.

§. 314. Fig. 345.

Aufgabe. Einen Maaßstab zu verfertigen, nach welchem eine Zeichnung zwei-, drei-, vier- u. s. w. mal größer, als das Original ist, gezeichnet werden kann.

Man errichtet auf der Linie ab die Linie ac winkelrecht, nimmt von dem Maaßstabe des Originals die Länge eines Fußes oder eines Zolles in den Zirkel und trägt diese Weite auf der Linie ab von a nach d, so wie auf der Linie ac von a nach c; zieht man nun die Linie cd, so giebt diese die Länge eines Fußes, nach welchem, wenn derselbe zum Maaßstab genommen, die Kopie zweimal so groß, als das Original wird. Trägt man nun die Linie cd von a nach e und zieht die Linie ce, so giebt diese die Länge eines Fußes von einem Maaßstabe, nach welchem die Kopie dreimal größer, als das Original wird. Trägt man ferner die Linie ce von a nach f und zieht die Linie cf, so erhält man durch diese die Länge eines Fußes, nach welchem, wenn derselbe zum Maaßstab genommen, die Kopie viermal größer wird, als das Original.

Verfährt man nun auf diese Art weiter, so erhält man durch die Linie cg die Länge eines Fußes, nach welchem, wenn derselbe zum Maaßstabe genommen, die Kopie fünfmal größer, als das Original wird; durch die Linie ch erhält man eine sechsmalige Vergrößerung, durch die Linie cb eine siebenmalige u. s. w.

§. 315. Fig. 346.

Aufgabe. Einen verjüngten Maaßstab zu construiren,

nach welchem eine Zeichnung $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{5}$ u. s. w. kleiner, als das Original ist, kopirt werden kann.

Man zieht die Linie ab, trägt auf diese die Länge eines Fußes vom Maaßstabe des Originals, sucht den Punkt c der Mitte und beschreibt aus diesem mit der Weite ac einen Halbkreis über der Linie ab. Hierauf errichtet man auf dem Punkte c die senkrechte Linie cd und zieht die Linie db; durch diese nun gezogene Linie erhält man die Länge eines Fußes, welcher halb so groß ist, als der des Originals. Theilt man nun die Linie ab durch e und f in drei gleiche Theile, errichtet auf f die senkrechte fg und zieht die Linie gb, so erhält man durch diese die Länge eines Fußes, welcher den dritten Theil so groß ist, als der des Originals. Soll die Kopie den vierten Theil so groß sein, als das Original, so theilt man ab in vier gleiche Theile, errichtet auf h die senkrechte hi und zieht die Linie ib, welche die Größe eines Fußes des gesuchten Maaßstabes giebt. Wird ab in fünf Theile getheilt, auf k die senkrechte kl errichtet und die Linie lb gezogen, so erhält man durch lb die Länge eines Fußes, welcher den fünften Theil so groß ist, als der des Originals. Verfährt man nun auf diese Art weiter, so kann man die Maaßstäbe finden, nach welchen eine Kopie den sechsten, siebenten, achten, neunten u. s. w. Theil so groß, als das Original ist, gezeichnet werden kann.

§. 316. Fig. 347.

Aufgabe. Einen Maaßstab zu construiren, durch welchen der Flächeninhalt der Kopie zu dem des Originals in einem zu bestimmenden Verhältniß steht, z. B. wie 2 : 5.

Nachdem man die Linie ab gezogen, trägt man auf diese die Länge eines Fußes vom Maaßstabe des Originals, sucht den Punkt c der Mitte und beschreibt aus diesem mit der Weite ac über ab einen Halbkreis. Hierauf theilt man die Linie ab in fünf gleiche Theile, errichtet auf c die senkrechte cd und zieht die Linie ad; durch diese nun

gezogene Linie erhält man die Länge eines Fußes, welcher sich zu dem des Originals wie 2 : 5 verhält.

§. 317. Fig. 348.—352.

Aufgabe. Das Postament Fig. 348. soll kopirt werden, daß die Kopie halb so groß, als das Original ist.

Man zieht, Fig. 350., die wagerechte Linie ab, trägt auf diese die Weite eines Fußes vom Maaßstabe des Originals, Fig. 349., beschreibt über ab einen Halbkreis und zieht die senkrechte Linie cd. Hierauf zieht man die Linie db, durch welche man die Länge eines Fußes erhält, welcher halb so groß ist, als der des Originals; die Weite db, Fig. 350., trägt man nun nach Fig. 351. und verfertigt sich nach derselben den verjüngten Maaßstab, nach welchem die Maaße zu der Kopie entnommen werden. Das weitere Verfahren ist aus dem §. 73. zu entnehmen.

§. 318. Fig. 353.—355.

Aufgabe. Eine Kopie zweimal so groß, als das Original ist, zu zeichnen.

Es sei z. B. die Linie ac, Fig. 353., gleich der Länge von 10 Fuß vom Maaßstabe des Originals, so erhält man nach einer zweimaligen Vergrößerung der Linie ac die Linie cb, welche die Länge von 10 Fuß für den Maaßstab der zu zeichnenden Kopie giebt. Man nimmt daher die Länge der Linie cb, trägt sie nach Fig. 354. und verfertigt sich nach derselben den Maaßstab, nach welchem die Maaße zu der Kopie Fig. 355. zu entnehmen sind.

§. 319. Fig. 356.

Aufgabe. Einen Proportional-Maaßstab zu verfertigen.

Dieser Maaßstab dient dazu, um die Halbmesser für eine bestimmte Anzahl von Theilen des Umkreises nach demselben zu entnehmen.

Man zieht, Fig. 356., die wagerechte Linie ab, theilt auf derselben ungefähr 50 gleiche Theile von beliebiger Größe ab, und errichtet bei 22 die senkrechte cd. Soll nun z. B. ein Kammrad verfertigt werden, dessen Umkreis

50 Theile enthalten und einer von dem anderen $\frac{5}{8}$ Zoll entfernt sein soll, dann nimmt man die Weite von $\frac{5}{8}$ Zoll in den Zirkel, trägt sie siebenmal auf die senkrechte cd und zieht durch die Punkte ad die Linie ae. Errichtet man nun bei 25 und 50 die senkrechten fg und be, so erhält man durch die Linie be den Durchmesser, so wie durch die Linie fg den Halbmesser eines Kreises, auf welchen sich 50 Theile in einer Entfernung von $\frac{5}{8}$ Zoll auftragen lassen. Der Halbmesser kl des Kreises ist gleich der Linie cd; eben so ist der Durchmesser kh gleich der Linie be.

Von der Beschaffenheit der zum Zeichnen erforderlichen Instrumente und dem Gebrauch derselben.

§. 320.

Ein gutes Reißzeug ist hauptsächlich nothwendig, sobald eine geometrische Zeichnung sauber und richtig ausgeführt werden soll. Die Hauptbestandtheile desselben sind: der Handzirkel, der Einsatzzirkel mit der dazu gehörigen Ziehfeder und Bleirohr zum Einsetzen, eine andere Ziehfeder zum Ziehen der geraden Linien, ein kleines Lineal und ein rechtwinkliges Dreieck.

§. 321.

Der Handzirkel besteht aus zwei Schenkeln, welche aus Messing verfertigt und unten mit gut gehärteten Stahlspitzen versehen sind; der Kopf des Zirkels muß die Einrichtung haben, daß man ihn vermittelst eines Zirkelschlüssels fest oder locker zusammenschrauben kann, damit er sich bequem öffnen und zusammenbiegen läßt; auch darf er beim Oeffnen oder Zusammenbiegen nicht schlottern, sondern er muß sich egal und sanft bewegen, auch müssen sich, sobald der Zirkel geschlossen ist, beide Spitzen so dicht als möglich zusammen vereinigen. Dieser Zirkel wird gewöhnlich dazu

11 *

gebraucht, um eine Entfernung, welche man zwischen seine Schenkel gefaßt, anders wohin abzutragen oder einen Bogen in eine bestimmte Anzahl von Theilen zu theilen.

§. 322.

Der Einsatzzirkel muß dieselben Eigenschaften besitzen und so beschaffen sein, wie der Handzirkel, nur mit dem Unterschiede, daß man den einen Fuß herausnehmen und statt dessen die Ziehfeder oder das Bleirohr einsetzen kann. Dieser Zirkel dient besonders dazu, um die Kreise und Bogen sowohl mit dem Bleistift, als mit der Ziehfeder zeichnen zu können. Beim Gebrauch dieses Zirkels hat man hauptsächlich darauf zu achten, daß man keine zu große Löcher in das Papier sticht, welches bei konzentrischen Kreisen sehr leicht vorkommen kann. Um dies zu verhindern, legt man auf die Stelle, wo sich der Mittelpunkt befindet, eine feine, durchsichtige Hornplatte und setzt auf diese die Zirkelspitze ein.

§. 323.

Die Ziehfeder muß so beschaffen sein, daß die beiden stählernen Blätter, welche sich an derselben befinden, genau gleich lang, sehr elastisch und weder zu stumpf, noch zu scharf zugespitzt sind, damit die Linien, welche man zieht, nicht zu stark werden oder die Feder nicht in das Papier einschneide. Nachdem die Ziehfeder in aufgelösten Tusch getaucht ist, müssen die Platten sorgfältig abgewischt werden, damit die zu ziehenden Linien sich nicht verwischen; auch hat man darauf zu achten, daß der Tusch, welcher sich in der Feder befindet, nicht trocknet, denn hierdurch wird das Ziehen der Linien verhindert. Nachdem man die Feder gebraucht, schraubt man die Blätter derselben aus einander, reinigt sie dann vom Tusche und trocknet sie rein ab, damit sie nicht rosten kann, denn der Rost zerstört die Spitzen der Feder und macht sie zum Ziehen unbrauchbar.

§. 224.

Das Lineal sowohl, wie das Dreieck müssen beide von

trockenem, hartem Holze verfertigt sein; das tauglichste hierzu ist das Ebenholz. Die Brauchbarkeit des Lineals zu prüfen, verfährt man folgendermaßen: Man zieht mit demselben eine feine Linie, legt hierauf das Lineal von der entgegengesetzten Seite gegen die gezogene Linie und sieht nun, ob das Lineal die Linie genau in allen ihren Punkten berührt; ist dies der Fall, so ist das Lineal richtig.

§. 325.

Das Dreieck ist nur dann brauchbar, wenn jede seiner Seiten eine gerade Linie bildet und dessen rechter Winkel genau 90 Grad hält.

§. 326.

Das Reißbrett muß aus weichem, sehr trockenem Holze verfertigt sein; gewöhnlich nimmt man hierzu das Lindenholz. Die Oberfläche des Brettes muß vollkommen glatt und eben sein und darf weder Risse noch Aeste haben; auf der unteren Seite muß das Reißbrett mit Leisten versehen sein, damit es sich nicht werfen kann.

§. 327.

Die Reißschiene muß aus hartem, sehr trockenem Holze verfertigt sein; sie besteht aus einem Lineal, welches wenigstens so lang als das Reißbrett sein muß; an dem einen Ende des Lineals befindet sich der Kopf, welcher aus einem Querholze besteht, das winkelrecht an dem Lineal befestigt ist.

§. 328.

Sehr empfehlenswerth sind solche Reißschienen, welche die Einrichtung haben, daß der Kopf aus zwei über einander liegenden Platten besteht, von welchen die obere bewegbar und vermittelst einer Schraube, an welcher sich eine Flügelmutter befindet, festzustellen ist. Mit dieser Schiene kann man nicht nur Linien ziehen, welche mit den Seiten des Reißbrettes parallel sind, sondern auch solche Parallellinien, welche gegen dieselben eine schiefe Richtung haben.

§. 329.

Um die Richtigkeit der Reißschiene zu prüfen, hält man in die Winkel, welche Lineal und Kopf mit einander bilden, ein rechtwinkliges Dreieck. Wenn sich nun Dreieck und Reißschiene in allen ihren Punkten genau berühren und richtig zusammenpassen, so ist die Reißschiene richtig.

§. 330.

Sobald man nun die Reißschiene zum Gebrauch anwenden will, so ist es unbedingt nothwendig, daß das Brett winkelrecht gearbeitet ist. Um sich hiervon zu überzeugen, zieht man mit der Schiene eine wagerechte Linie, errichtet auf derselben durch eine geometrische Construction eine senkrechte und sieht nun, ob die Kanten der Reißschiene diese Linien in allen ihren Punkten genau berühren, wenn man dieselbe mit dem Kopf an alle Seiten des Brettes fest anlegt. Ist dies der Fall, so ist das Reißbrett rechtwinklig; im Gegentheil aber darf man die winkelrechten Linien nicht mit der Reißschiene ziehen.

§. 331.

Will man vermittelst der Reißschiene wagerechte Linien ziehen, so legt man den Kopf derselben an die linke Seite des Reißbrettes fest an und schiebt dieselbe mit der linken Hand, je nachdem es erforderlich ist, entweder nach oben oder unten, und zieht auf diese Manier die verlangten Linien, welche alle eine parallele Richtung haben werden. Sollen dahingegen mit der Reißschiene senkrechte Linien gezogen werden, so legt man den Kopf derselben an die untere Seite des Brettes fest an und verfährt im Uebrigen so, wie beim Ziehen der wagerechten Linien.

§. 332.

Soll eine Zeichnung mit Tusch angelegt oder getuscht (schattirt) werden, so bedient man sich hierzu der Haarpinsel, von welchen die Lyoner die besten sind. Die Kennzeichen eines guten Pinsels sind, daß, wenn er in den Mund genommen und durch die eng gemachte Oeffnung desselben

gezogen wird, eine feine Spitze haben und dieselbe beibehalten muß, wenn man ihn leicht auf der Hand hin und her zieht; auch müssen seine Haare sehr weich, aber nicht zu lang sein.

Die Pinsel von mittler Größe sind für den Gebrauch die vortheilhaftesten, denn mit den kleinen lassen sich größere Flächen nicht egal anlegen. Zum Schattiren werden zwei Pinsel gebraucht, welche man auf einen fünf bis sechs Zoll langen Stock befestigt, und von denen der eine zu zu Tusch, der andere aber zu reinem Wasser genommen wird. Nach dem Gebrauch darf man den Tusch im Pinsel nicht eintrocknen lassen, sondern man muß denselben in Wasser gehörig ausspülen.

Von den Zeichnenmaterialien.

§. 334.

Papier giebt es bekanntlich verschiedene Sorten; gewöhnlich bedient man sich aber zum Zeichnen des Velinpapiers; dasselbe muß jedoch stark, glatt und ohne Flecke sein; befinden sich Stockflecke im Papier, so ist dasselbe gänzlich zu verwerfen.

§. 335.

Um das Papier auf das Reißbrett aufzuspannen, verfährt man folgendermaßen: Der Bogen wird auf das Brett gelegt, jedoch so, daß die beste Seite nach oben kommt; dann wird nach der oberen Fläche zu ein schmaler Falz an den Seiten des Papiers umgebogen und die untere Fläche mittelst eines nassen Schwammes ein wenig angefeuchtet, wobei man darauf zu sehen hat, daß die umgebogenen Seiten trocken bleiben; hierauf bestreicht man den aufgebogenen Falz mit Leim oder einer dicken Auflösung von arabischem Gummi, zieht die gegenüberstehenden Ecken des Papiers etwas an, drückt die geleimten Seiten, bevor der Leim erkaltet, fest auf das Brett und reibt mit dem Daumennagel der rechten Hand auf dem Rande des Papiers hin und

her; ferner sieht man darauf, daß es keine zu große Falten giebt, welches dadurch verhindert wird, daß man das Papier nach allen vier Seiten zu recht fest anspannt; sobald das Ganze trocken geworden ist, werden auch die Falten verschwunden sein, welche sich erst gezeigt haben. Den Bogen am Ofen zu trocknen, ist nicht anzurathen, indem er durch die große Hitze, welcher er hierdurch ausgesetzt ist, sehr leicht abspringen kann.

§. 336.

Die besten Bleistifte, welche sich zum Zeichnen eignen, sind die englischen. Ein brauchbarer Bleistift darf weder zu hart, noch zu weich sein, sondern muß, wenn er fein gespitzt ist, bei leichter Führung die Linien sauber und fein darstellen, denn durch feine Linien kann eine Zeichnung nur richtig construirt werden. Ueberhaupt muß das Aufdrücken und Naßmachen gänzlich vermieden werden, denn hierdurch werden die Linien zu stark, drücken sich auch in das Papier ein, und bewirken den Nachtheil, daß sich die unrichtig und überflüssig gezogenen Linien nur sehr schwer wieder ausreiben lassen.

§. 337.

Der beste schwarze Tusch ist der chinesische. Der vorzüglichste ist daran zu erkennen, daß er am Bruch ein feines, glänzendes Ansehen hat; ferner muß er sich sanft, sowohl im Napf, als auf dem Finger einreiben lassen, sich nicht zu leicht auflösen und, sobald er aufgelöst, stark nach Moschus riechen; sodann muß der gute Tusch im flüssigen Zustande ein bräunliches Ansehen haben, — der schlechte Tusch ist gewöhnlich bläulich grau und läßt sich nicht egal anlegen. Es ist am besten, den Tusch auf dem linken Zeigefinger einzureiben.

§. 338.

Einmal aufgelöster und wieder eingetrockneter Tusch kann nicht wieder zum Gebrauch verwendet werden; daher

muß man nur immer so viel auflösen, als man zum Gebrauch für nöthig findet.

Das Anlegen der Flächen.

§. 339.

Erklärung. Unter Anlegen versteht man, einen durch Linien begrenzten Flächenraum mit flüssigem Tusch oder Farbe dergestalt zu überziehen, daß sich die angelegte Fläche durch ein dunkleres Ansehen mehr oder weniger von dem Papier unterscheidet.

§. 340.

Will man nun eine Fläche anlegen, so taucht man den Pinsel in Tusch, nimmt ihn aber nicht zu voll, und macht bei der linken Seite der Fläche den Anfang, das heißt, man fährt dicht an dem Contour mit dem Pinsel herunter und streicht den Tusch von oben nach unten, oder von links nach rechts in so breiten Strichen, als es mit der Größe des Pinsels sich thun läßt, und den flüssigen Tusch immer mitnehmend, ohne ihn trocknen zu lassen, vor sich her, und vermeidet hierbei das Aufdrücken. Diese nun einmal angefangene gerade Richtung muß man auf der ganzen Fläche beibehalten und nicht auf mehreren Stellen zugleich anfangen oder auf einer Stelle, wo man schon mit dem Pinsel war, noch einmal wieder hinzukommen.

§. 341.

Beim Anlegen ziemlich dunkler Flächen nimmt man eben sowohl, wie bei einer hellen Fläche, ganz blassen Tusch, und überlegt dieselbe hiermit so oft, bis sie dunkel genug erscheint. Hat man im Anlegen schon einige Fertigkeit erlangt, so kann man, um die Arbeit zu verkürzen, den Tusch auch etwas dunkler einreiben.

§. 342.

Wird nun eine Fläche mehrere Male mit Tusch überzogen, so muß man jedesmal erst abwarten, bis die bereits angelegte Fläche trocken geworden ist.

§. 343.

Zum Anlegen der ganz schwarzen Flächen reibt man den Tusch ganz schwarz ein und überlegt die Fläche hiermit nur einmal, denn hierdurch wird die schwarze Fläche schöner, als wenn man sie mit blassem Tusch öfter überziehen würde. Damit man hierbei nicht so leicht über den Contour herausfährt, so ist dies zu verhindern, wenn man die Grenzen der Flächen etwas breiter, als gewöhnlich, mit schwarzem Tusch auszieht.

Das Verwaschen des Tusches.

§. 344.

Will man einer Fläche nicht überall einen egalen Ton geben, das heißt, wenn sie an der einen Stelle dunkler werden soll, als an der anderen, welches bei runden und gebogenen Körpern erfordert wird, so erreicht man dies durch das Verwaschen des Tusches.

§. 345.

Soll nun eine Fläche mit Tusch verwaschen oder getuscht werden, so verfährt man dabei folgendermaßen: Man befestigt auf dem Pinselstock zwei Pinsel und nimmt den einen zu Tusch, den anderen aber zu reinem Wasser, taucht dann den Pinsel in blassen Tusch und legt die Stellen, wo die Fläche am dunkelsten erscheinen soll, in einer zu dem Verhältniß passenden Breite an, nimmt mit dem anderen in Wasser getauchten Pinsel die Kante des angelegten Tusches, bevor derselbe getrocknet, strichweise und nach einer Richtung nach und nach weg, indem man den Pinsel öfter mit reinem Wasser benetzt und durch den Mund zieht, sobald er anfängt, trocken zu werden, oder das in demselben befindliche Wasser anfängt, sich zu färben, und fährt mit dieser Arbeit so lange fort, bis sich der Tusch egal und sanft verläuft und sich von der Farbe des Papiers nicht mehr unterscheidet; hierbei ist aber noch zu bemerken, daß man die lichten Stellen nicht mit dem Pinsel berührt, damit sie

rein und weiß bleiben, wodurch die Zeichnung ein schönes Ansehen bekommt.

§. 346.

Mit einem Male läßt sich eine Fläche nicht egal verwaschen, man muß daher diese Arbeit mehrere Male wiederholen und die Stelle, welche am dunkelsten werden soll, nachdem sie getrocknet, wieder so oft mit Tusch überziehen, bis sie so dunkel geworden ist, als man es verlangt.

§. 347.

Das Verwaschen einer Fläche ist nicht ganz leicht, doch wird es durch fleißige Uebung bald dahin zu bringen sein, dieselbe rein und ohne Flecke darzustellen, überhaupt wenn man sich im Anlegen schon einige Fertigkeit erworben hat.

§. 348.

Bevor man eine Zeichnung anfängt, zu tuschen, so müssen von derselben alle Flecke entfernt sein; ebenfalls müssen sämmtliche noch vorhandene Bleilinien durch Gummi elasticum abgerieben werden. Hat man aus Versehen unrichtige Linien gezogen oder Tuschflecke auf das Papier gemacht, so kann man dieselben entweder radiren oder vermittelst eines Schwammes, welcher mit reinem Wasser gefüllt ist, abwaschen.

§. 349.

Wenn der Tusch, mit welchem man die Linien gezogen, nicht gut steht, das heißt, wenn sich die Linien, sobald man beim Tuschen mit blassem Tusch darüber hinfährt, auflösen, wodurch der getuschte Gegenstand unrein wird, so kann dies dadurch verhindert werden, daß man, sobald die Zeichnung von Bleilinien und Schmutzflecken gereinigt ist, das Reißbrett in beinahe senkrechter Richtung unter einen Brunnen hält und so lange Wasser darauf pumpt, bis sich von den gezogenen Linien kein Tusch mehr absondert. Läßt man hierauf das Papier wieder trocknen, so wird man finden, daß sich die Linien durch das Tuschen nicht mehr auf-

lösen werden und das Papier, da es hierdurch glatter geworden, sich auch besser zum Tuschen eignet, als vorher.

§. 350.

Sind Oel- oder Fettflecke in das Papier gekommen, so kann man dieselben auf folgende Art wieder entfernen:

Man bestreut die Flecke $\frac{1}{4}$ Zoll dick mit geschabtem weißem Bolus und legt dann ein Brett darauf; läßt man nun das Ganze, nachdem man es unter eine Presse gebracht, 24 bis 36 Stunden stehen, so wird man finden, daß sich die Flecke aus dem Papier entfernt und in den Bolus gezogen haben.

§. 351.

Die schon angelegten oder verwaschenen Stellen müssen während der Arbeit sehr reinlich gehalten werden, indem man, wenn sie Schmutzflecke erhalten haben, dieselben nicht wieder abreiben kann, denn sie verlieren hierdurch den Glanz und das Ansehen. Die Flecke, so wie alle anderen Unreinigkeiten sind am leichtesten zu vermeiden, wenn man das Reißbrett auf den Stellen, wo man nicht arbeitet, mit einem Unterlegeblatt bedeckt. Nach Beendigung der Zeichnung kann man dieselbe vermittelst eines scharfen Federmessers abschneiden.

Tabelle
über verschiedene Arten von Fußmaaßen.

Da der Pariser Fuß fast unter allen anderen der größte ist, so hat man diesen als Grundmaaß angenommen und denselben in 14400 gleiche Theile getheilt, wovon die in anderen Ländern gebräuchlichen eine gewisse Anzahl enthalten.

Will man nun z. B. wissen, wie sich ein Rheinländischer Fuß zu einem Pariser Fuß verhält, so kann dieses durch die Regel de tri sehr leicht gefunden werden.

Amsterdamer	12570	Hannöverscher	12953
Anspacher	13200	Holsteiner	13376
Augsburger	13129	Königsberger	13640
Baseler	13260	Leipziger	12520
Baierscher	12938	Londoner	13511
Berliner	13913	Lübecker	12870
Berner	13150	Mailander Braccio	27600
Bologneser	16860	Mannheimer	12890
Braunschweiger	12650	Nürnberger	13470
Bremer	12820	Pariser	14400
Breslauer	12600	Prager	13360
Cölner	12190	Rheinländischer	13913
Constantinopel	31400	Römischer Palmo	9903
Crakauer	15800	Rostocker	12820
Dänischer	14034	Rotterdamer	13835
Danziger	12715	Russischer	23860
Erfurter	12510	Salzburger	13140
Florentiner Braccio	25800	Schwedischer	13160
Frankfurt a. M.	12700	Tyroler	14811
Französ. neue Metre	44329	Venezianischer	15400
Genfer	21630	Wiener	14011
Haager	14400	Würtemberger	12780
Hamburger	12700	Zürcher	13300

Beschreibung verschiedener fremder Maaße und Gewichte.

Bern.

Längenmaaße. Die Berner Elle hält 240½ französische Linien; der gewöhnliche Fuß von 12 Zoll à 12 Linien hält 131 franz. Linien; 13 gewöhnliche Fuß = 12 Steinbrecherfuß, und 61 gewöhnliche Fuß = 57 Rheinländ. Fuß. Die Ruthe hat 10 Fuß.

Braunschweig.

Maaße und Gewichte. Die Elle hält 253 franz. Linien, und 100 Braunschweiger Ellen sind = 85,574 Berliner. — Getreidemaaß. Der Wispel Korn hat 4 Scheffel, 40 Himten, 160 Vierfaß, 640 Löcher. Der Himten enthält 1565 franz. Kubikzoll, und 100 Quartier sind = 20,364 Berliner Quart. Der Centner hat 114 Pfund, das Pfund 32 Loth à 4 Quentchen. 100 Braunschweiger Pfund = 99,955 Berliner.

Bremen.

Maaße und Gewichte. Die Ruthe hat 2⅔ Klafter, 8 Ellen, 16 Fuß. Die Elle von 4 Quartier hat 256⅔ franz. Linien, oder 22,76 engl. Zoll; 100 Bremer Ellen sind = 86,724 Berliner Ellen. Der Fuß von 10 bis 12 Zoll ist die halbe Elle von 128⅓ franz. Linien; 100 Fuß sind = 92,144 Rheinländ. Fuß. Die Last hat 4 Quart, 40 Scheffel, 100 Viertel oder 640 Spint. 100 Bremer Scheffel = 134,767 Berliner Scheffel. 10 Bremer Last sind = 9 Last in Hamburg. — Handelsgewicht. Der Centner hat 116 Pfund; das schwere oder Frachtpfund hat 300 Pfund; 100 Bremer Pfund = 106,651 Berliner Pfund.

Darmstadt.

Längenmaaße. Der Fuß hat 10 Zoll à 10 Linien = 0,796 Rheinl. Fuß; 20 alte Fuß = 23 neue Fuß. Die Elle hat 24 Zoll; 21 neue Ellen = 23 alten. Das Brennholzmaaß ist der Stecken, und dieser soll 100 Kubikfuß haben und kann 5 Fuß breit und hoch und 4 Fuß lang, oder 5 Fuß breit und 4 Fuß hoch und 5 Fuß lang aufgeschichtet sein, so daß die Scheitlänge 40 oder 50 Zoll betragen kann. 100 Kubikfuß = 50,54 Preuß. Kubikfuß.

Frankfurt am Main.

Längenmaaße nach Chelius. Der Fuß, gewöhnlich Schuh oder Werkschuh genannt, hat 12 Zoll zu 21 Linien. Der Zoll wird auch in Viertel- und Achtelzolle eingetheilt. Der Schuh ist 284,6105 franz. Milimetre oder 126$\frac{1}{6}$ franz. Linien lang. 43 Frankfurter Schuh sind ungefähr mit 39 Rheinländischen zu vergleichen.

Feldmaaße. Die Ruthe oder Feldruthe ist 12$\frac{1}{2}$ Werkschuh lang. Die Feldmesser theilen dieselbe in 10 Feldschuh zu 10 Feldzoll à 10 Feldlinien. 8 Feldruthen = 100 Werkschuh; 8 Feldschuh = 10 Werkschuh; 2 Feldzoll = 3 Werkzoll.

Flüssigkeitsmaaße. a) Altmaaß: Die Ohm hat 20 Viertel zu 4 alten Maaß à 4 alten Schoppen. Die alte Maaß heißt auch die Aich-Maaße und enthält 1,79289 franz. Liter oder 90,384 franz. Kubikzoll. 140 alte Maaß = 251 franz. Liter; 99 Ohm = 142 franz. Hektoliter. b) Jungmaaß: Die junge Maaß hat 4 junge Schoppen und enthält 1,608 franz. Liter oder 81,06 franz. Kubikzoll; folglich sind 8 alte Maaß = 8 junge Maaß und 3$\frac{2}{3}$ junge Schoppen; gewöhnlich aber werden 9 junge Maaß = 8 alte Maaß gerechnet.

Hamburg.

Längenmaaße. Der Hamburger Fuß hat 12 Zoll zu 8 Theilen und ist 127 franz. Linien lang. Die Ham-

burger Elle enthält 2 Fuß. Die Feldmesser bedienen sich des Rheinländischen Fußes zu 12 Zoll à 10 Linien à 10 Theile.

Die Klafter oder der Faden ist 6 Hamburger Fuß lang; die Ruthe entweder 14, 16 oder 18 Fuß. Die hiesige Meile ist 2000 Rheinl. Ruthen lang.

Flächenmaaße. Der Hamburger Quadratfuß enthält 144 Quadratzoll. Ein Morgen Landes hat 600 Marsch-Quadrat-Ruthen à 14 hiesige Fuß Länge, oder 196 Quadratfuß.

Körpermaaße. Der Hamburger Kubikfuß ist 12 Zoll lang, 12 Zoll breit und 12 Zoll dick und hat 1728 Kubikzoll.

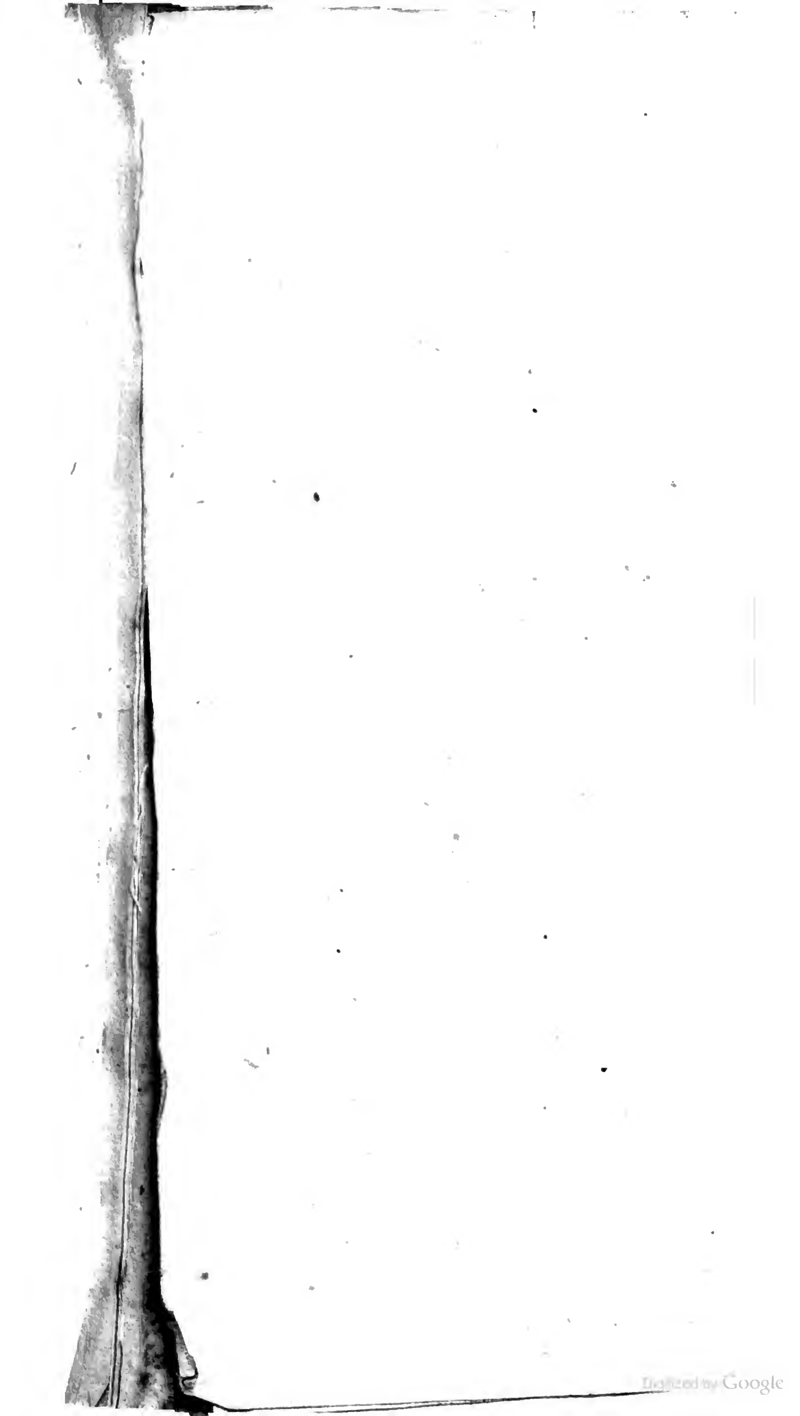
Flüssigkeitsmaaße. Das Oxhoft hat 6 Anker zu 5 Viertel à 8 Bouteillen, Pot oder Quartiere. Das Quartier ist der achte Theil eines Viertels, und dessen Inhalt ist gesetzlich auf 65½ Hamburger Kubikzoll festgesetzt, welche Annahme um 1½ pCt. geringer erscheint, als wenn man das Viertel zu 365 franz. Kubikzoll, seinem wahren Inhalt, annimmt.

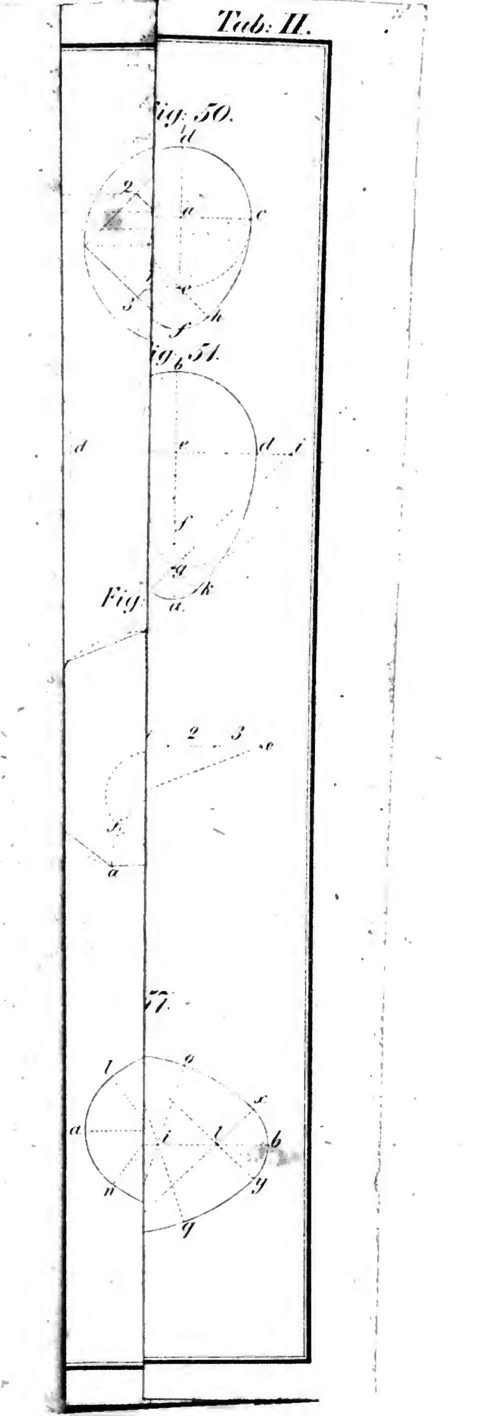
Hannover.

Dem Längenmaaße liegt als Einheit der Fuß zum Grunde, von welchem auch das Flächen- und Körpermaaß hergeleitet ist. Dieser Fuß, in Zoll à 12 Linien getheilt, soll gleich sein 11½ engl. Zoll. Die Länge des Hannöverschen Fußes beträgt daher 129,528 Pariser Linien. Die Elle von 2 Fuß = 23 engl. Zoll = 259,056 Pariser Linien. Die Klafter hat eine Länge von 6 Fuß. Die Ruthe 16 Fuß; 1587½ Ruthe oder 25400 Fuß = 1 Meile.

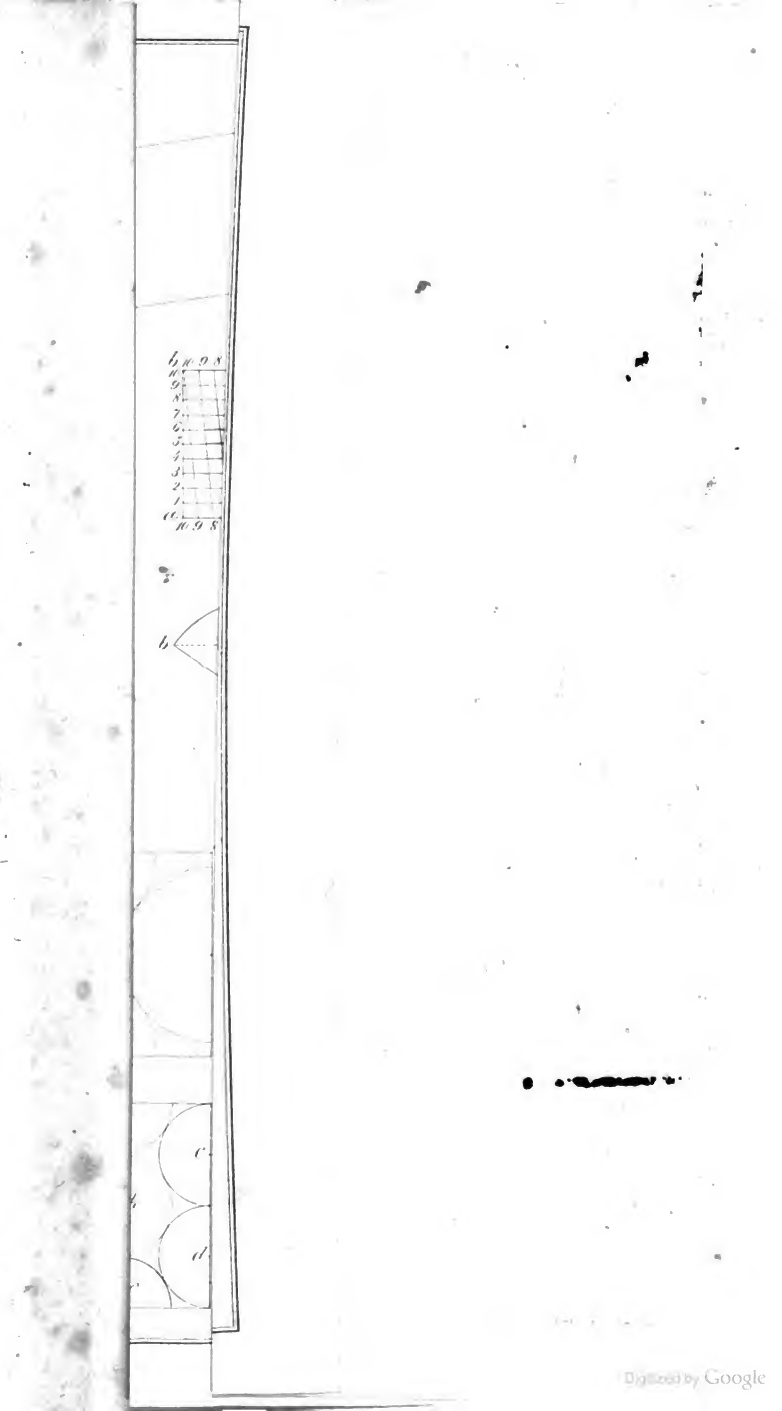
Zu haben bei dem Verfasser, Koch-Straße Nr. 40.

Gedruckt bei F. Schantze, Stralauer Straße Nr. 33.



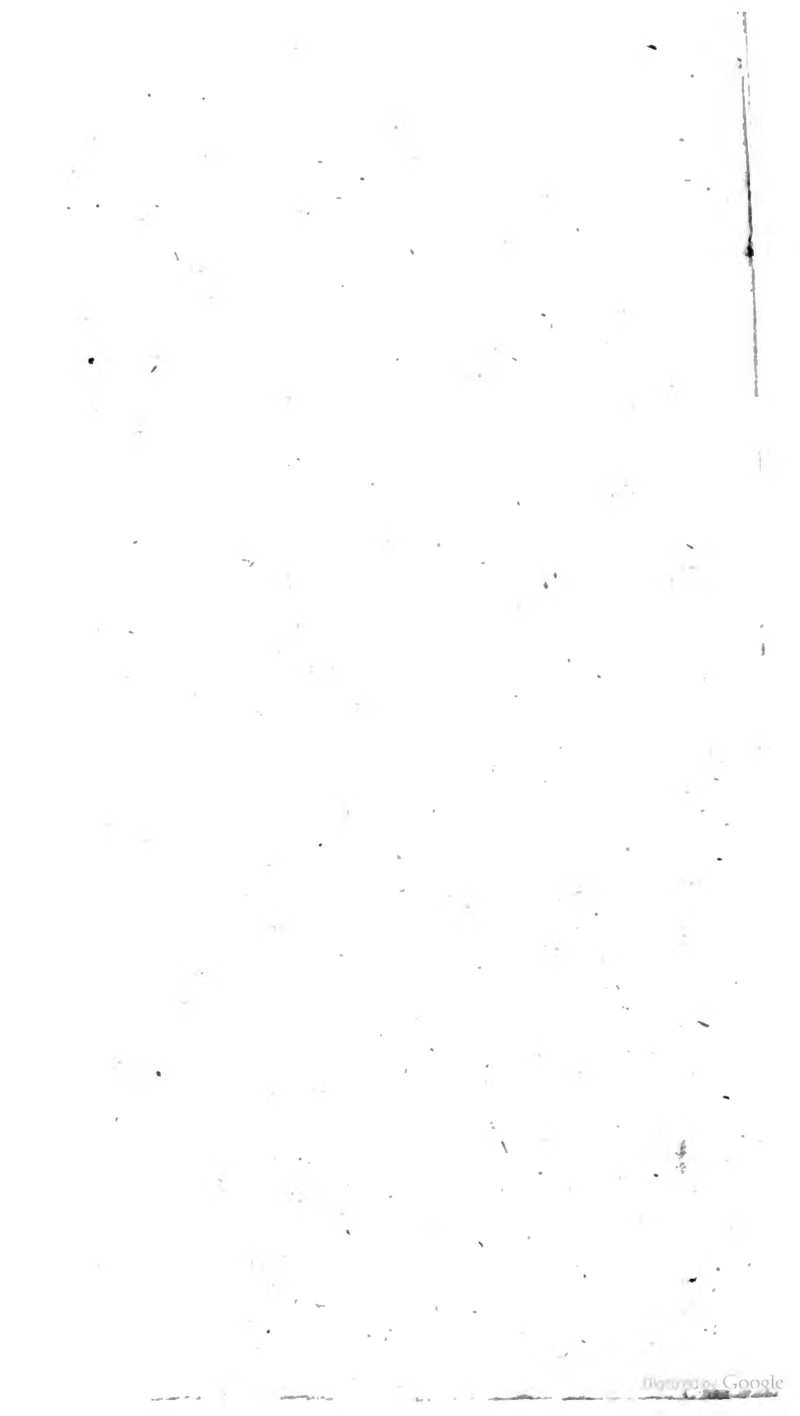


Tab: II.
Fig: 50.
Fig: 51.
Fig


b
c
d
Digitized by Google









Tab: VII.

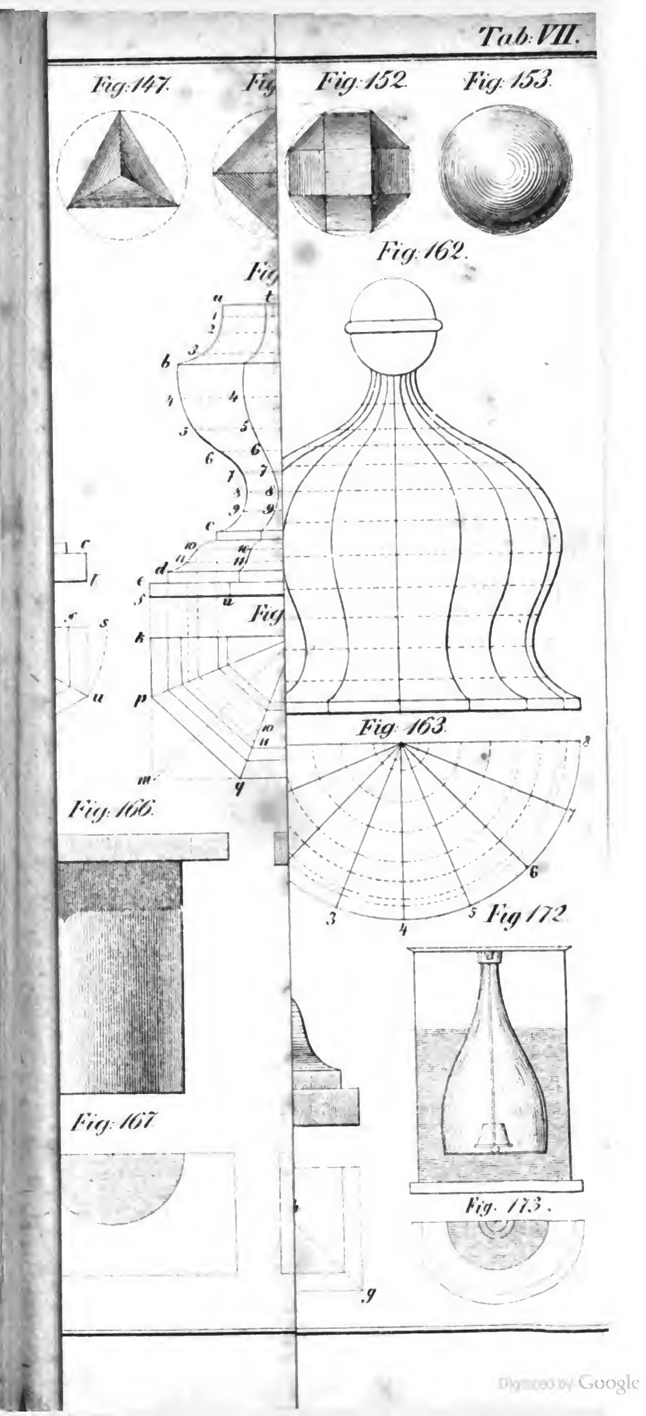
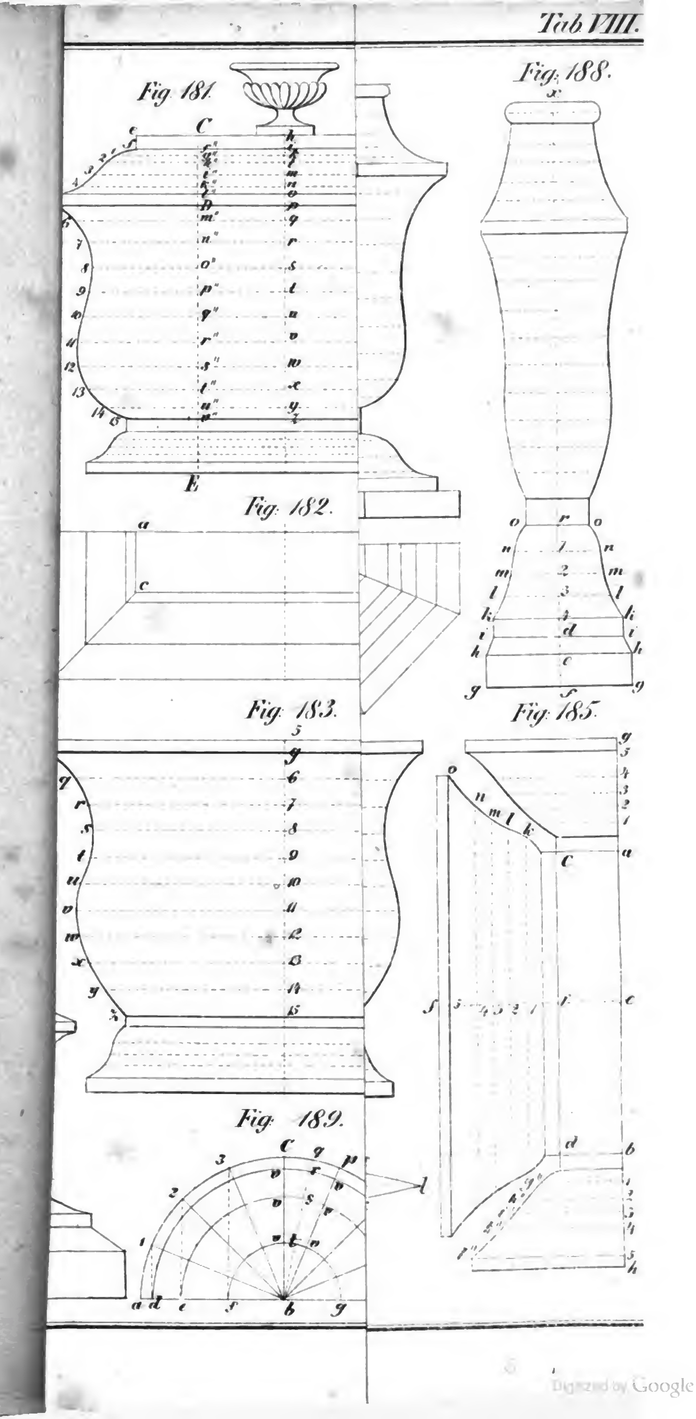
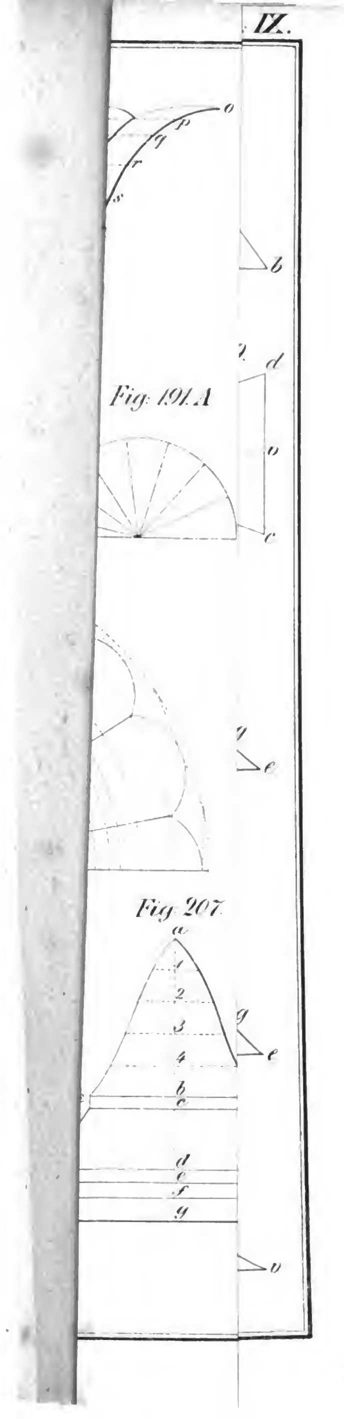
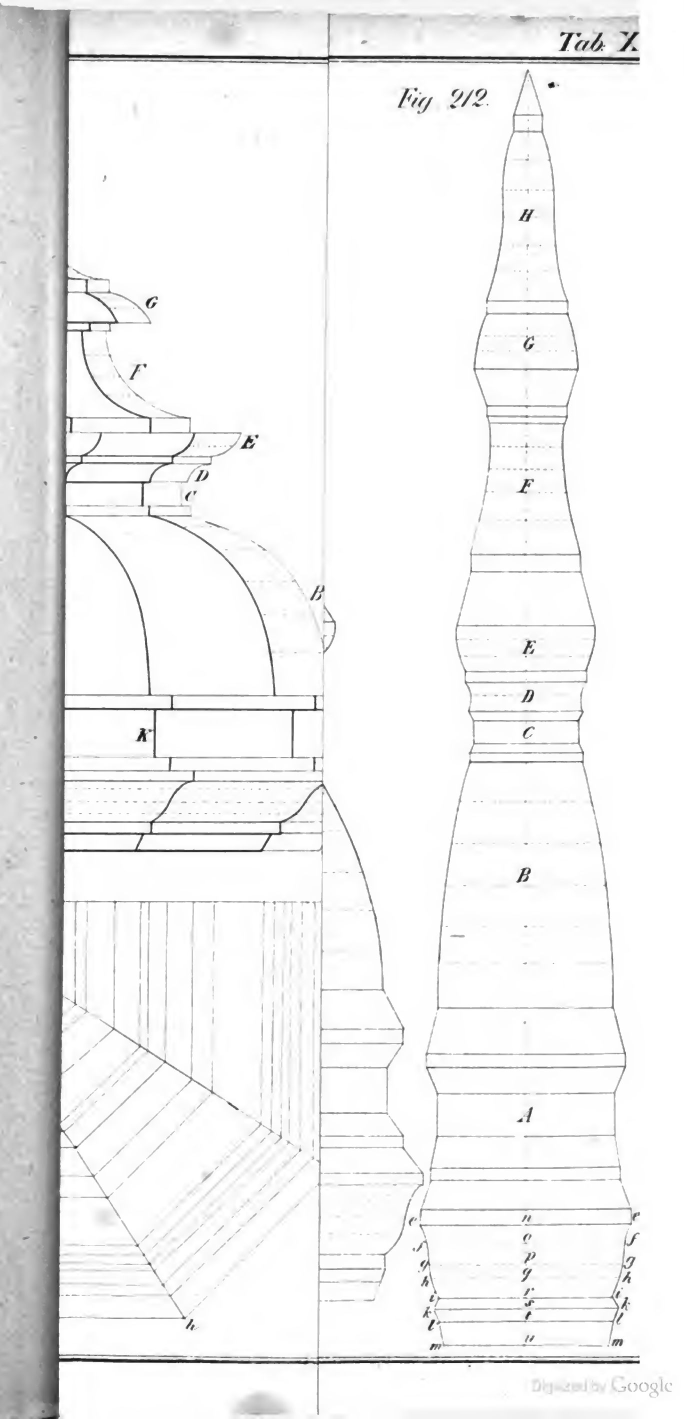


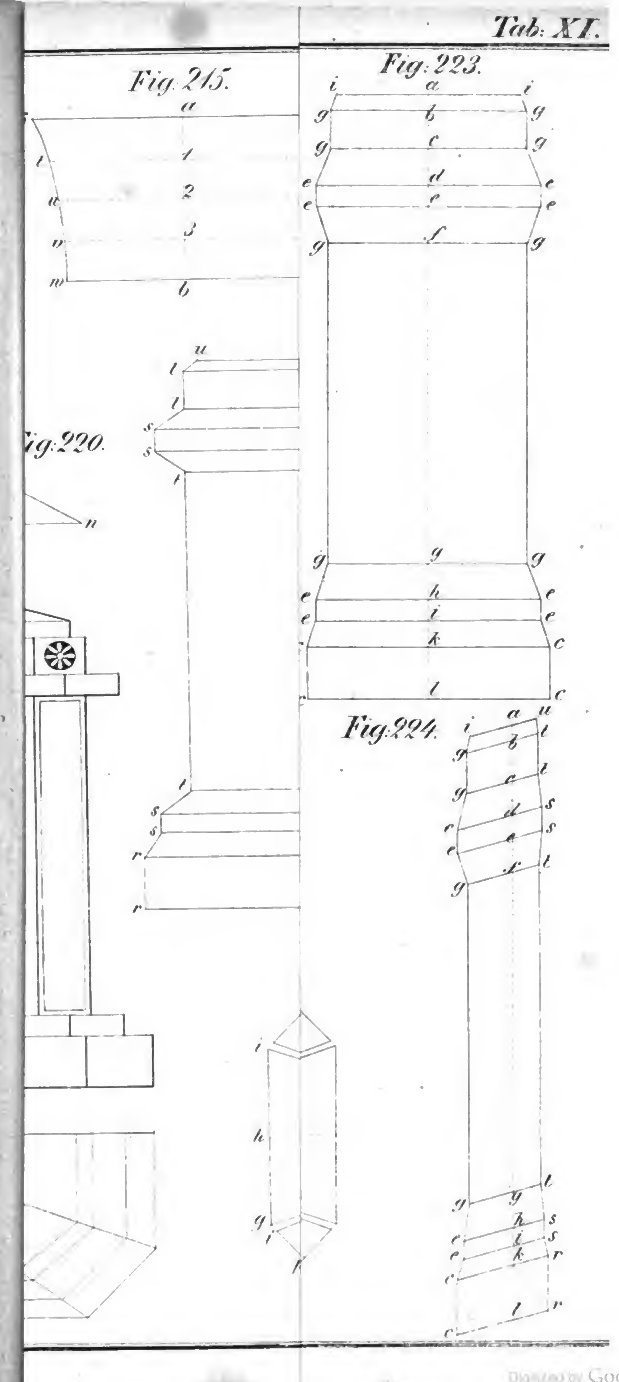
Fig: 147.
Fig: 152.
Fig: 153.
Fig: 162.
Fig: 163.
Fig: 166.
Fig: 167.
Fig 172.
Fig. 173.

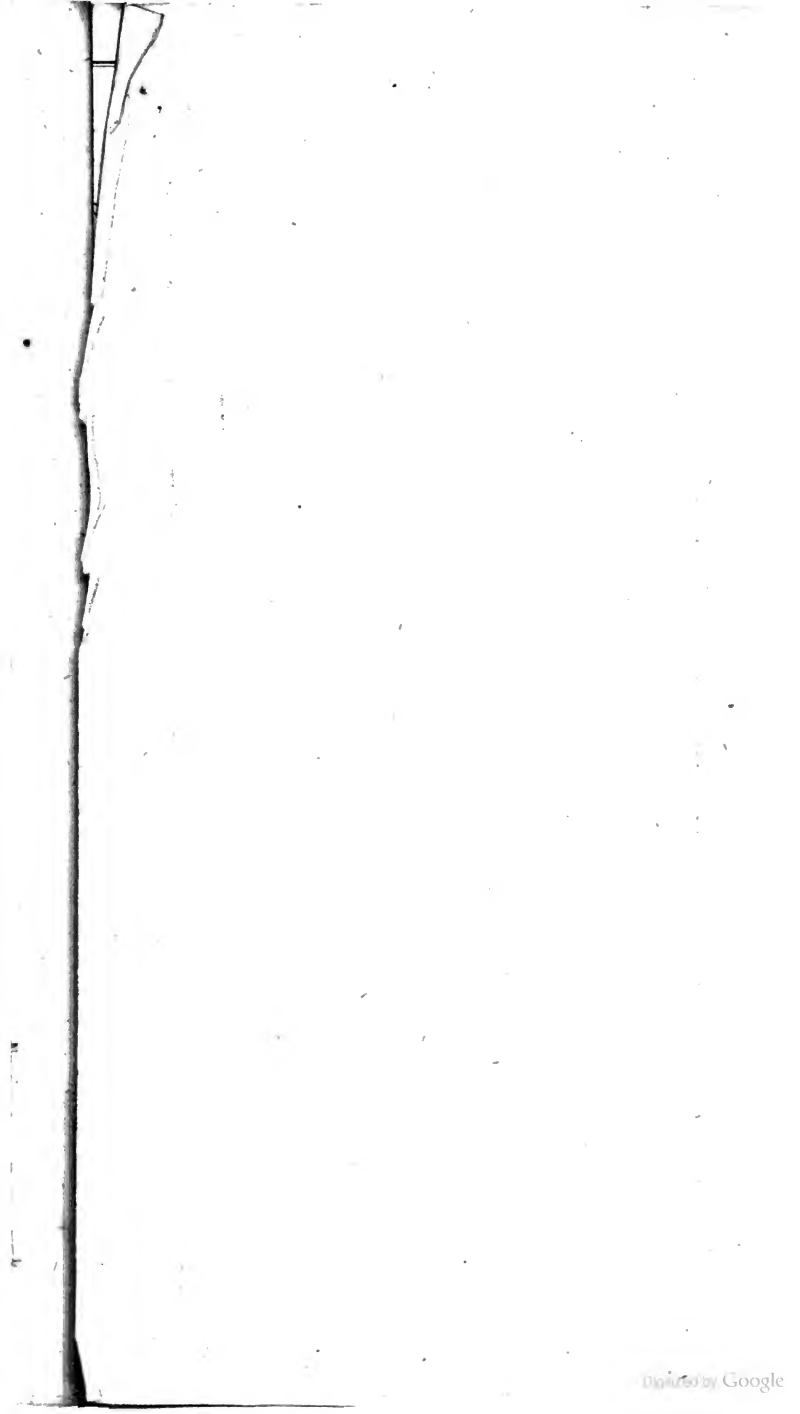

Tab. VIII.
Fig. 181.
Fig. 182.
Fig. 183.
Fig. 185.
Fig. 188.
Fig. 189.



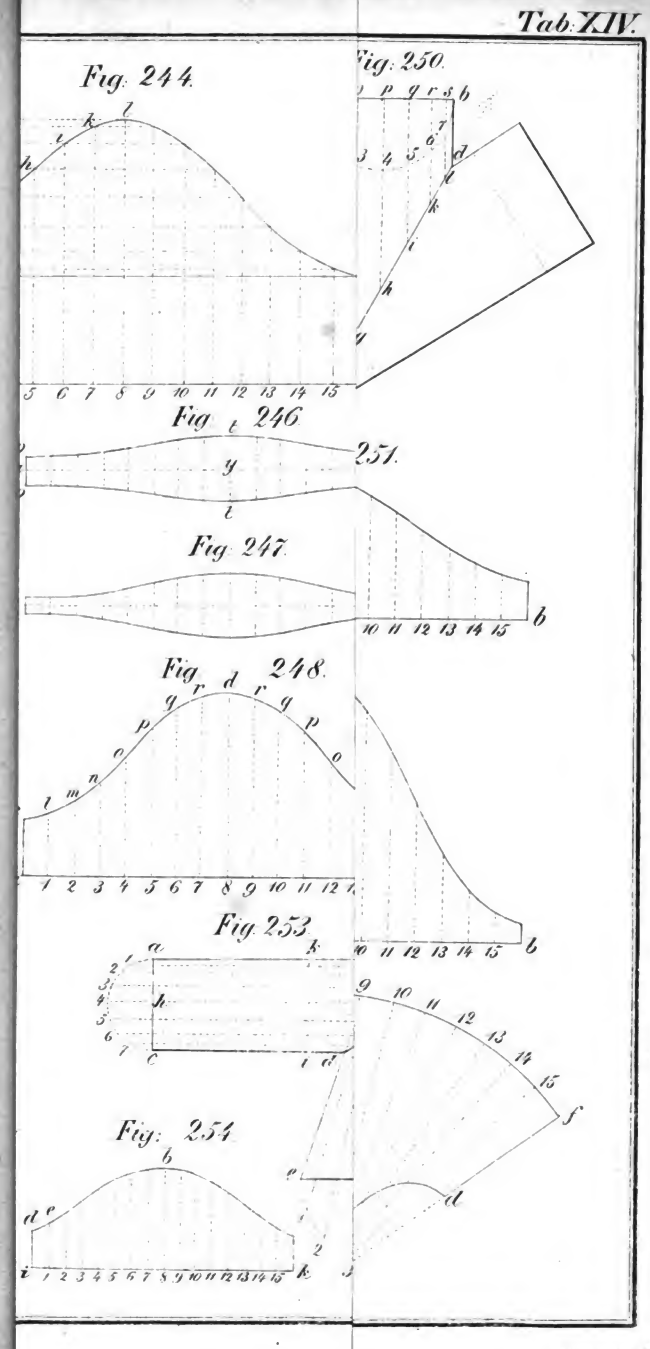
IX.
Fig. 191. A
Fig. 207.


Fig. 212.
H
G
F
E
D
C
B
A
n
o
p
q
r
s
t
u
e
f
g
h
i
k
l
m
G
F
E
D
C
B
K
h

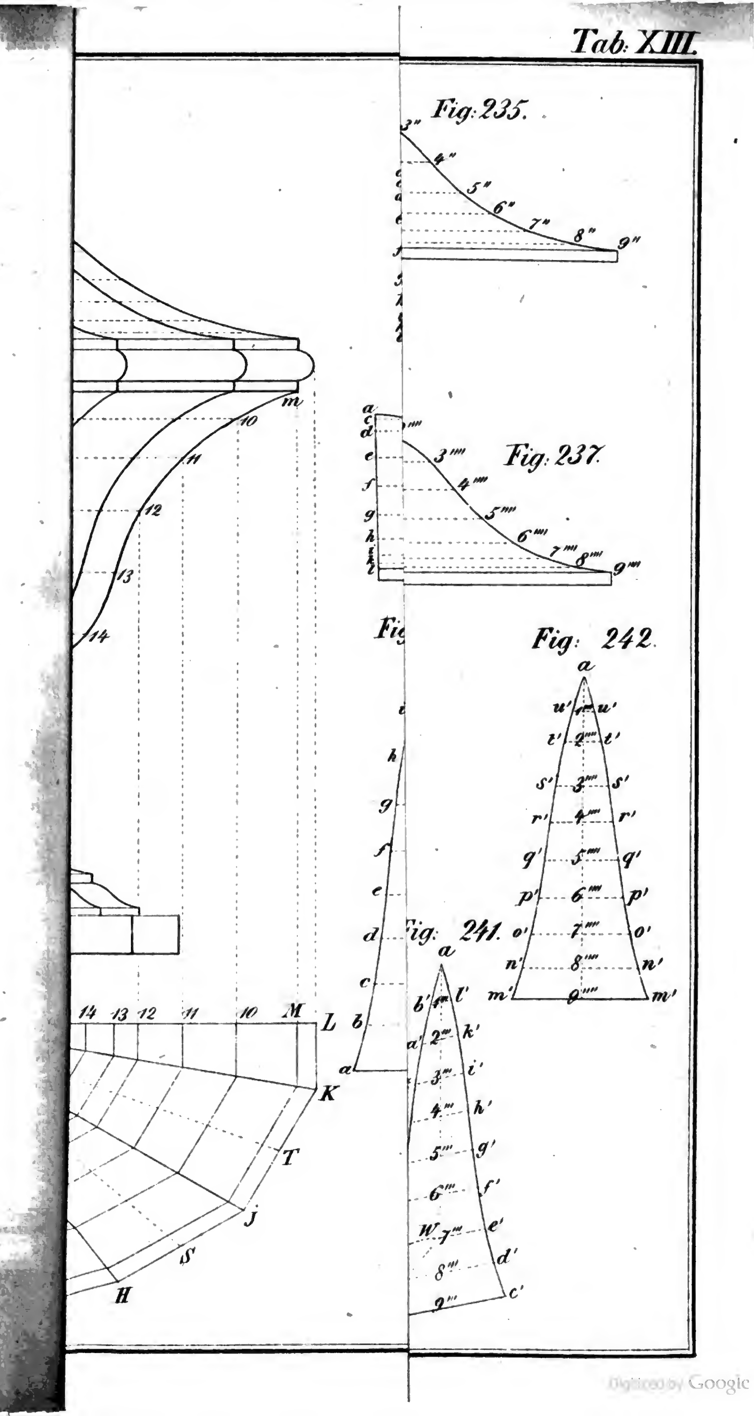

Fig: 215.
Fig: 220.
Fig: 223.
Fig: 224.



Tab: XIV.



Tab: XIII.



Tab. XV.

Fig. 258.

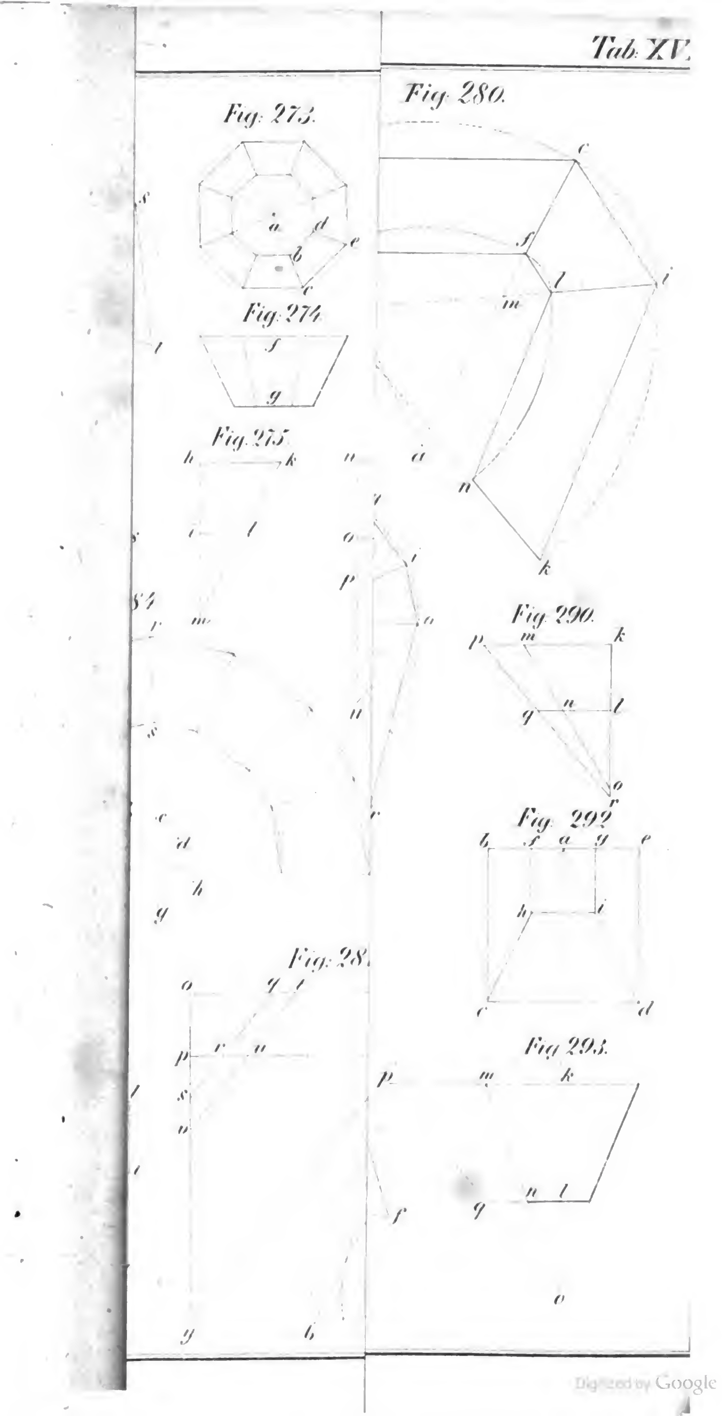
Fig. 260.

Fig. 263.

Fig. 264.

Fig. 268.

Fig. 266.


Tab. XV.
Fig. 273.
Fig. 274.
Fig. 275.
Fig. 280.
Fig. 290.
Fig. 292.
Fig. 293.

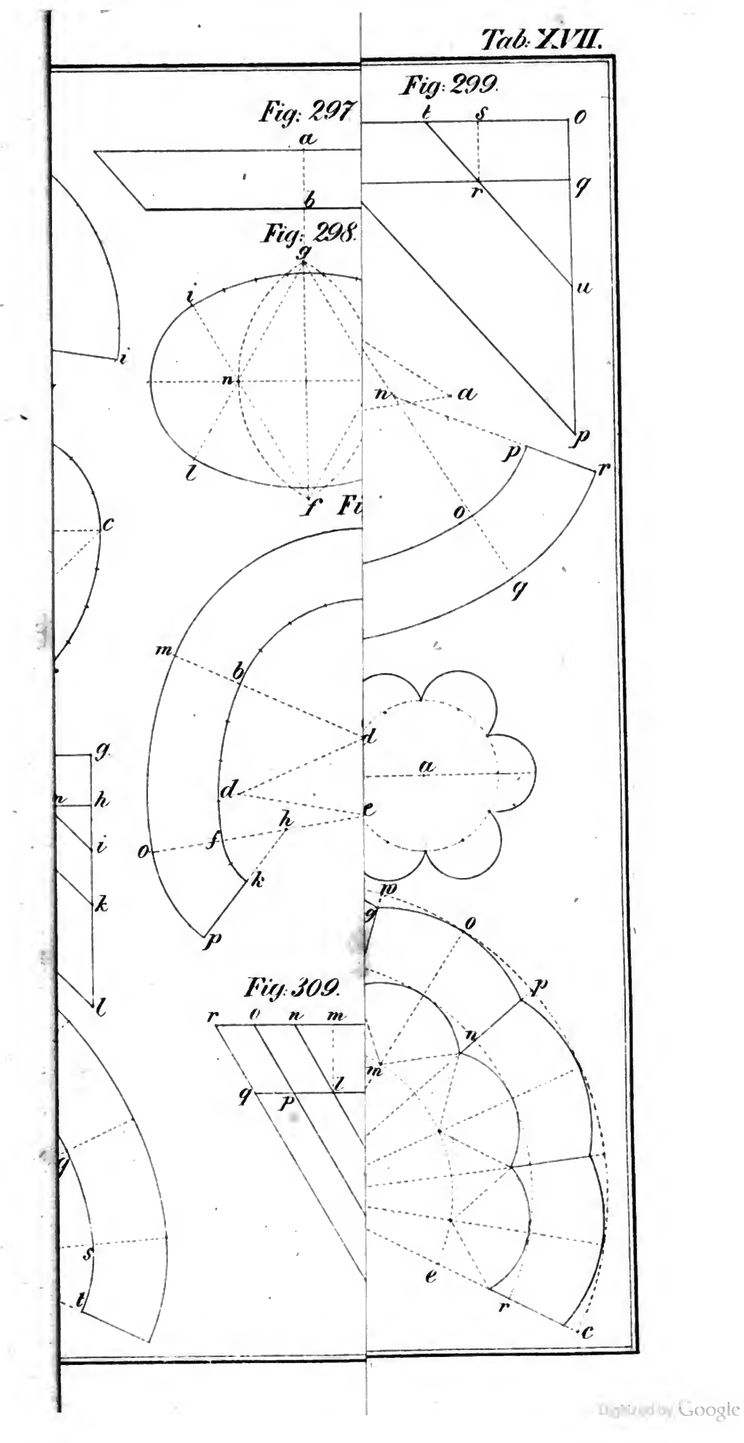
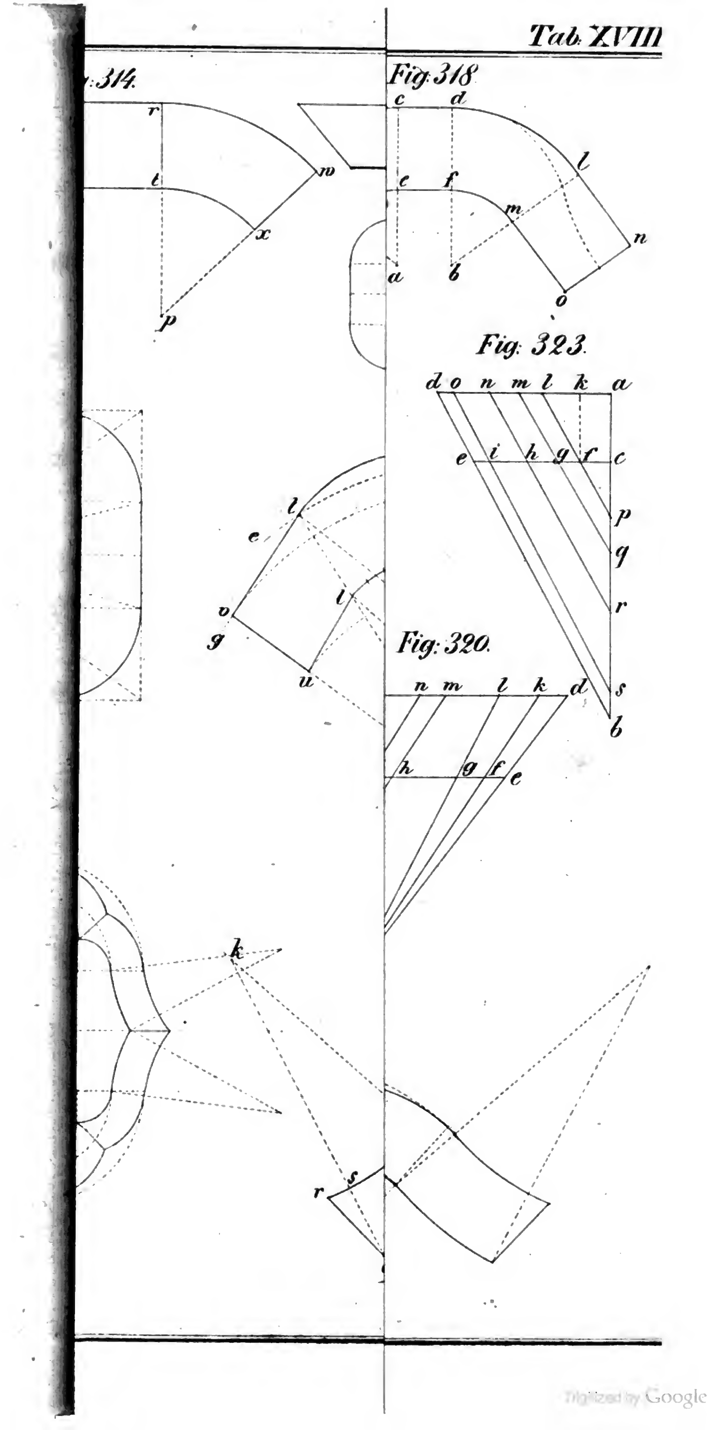


Fig: 297
Fig: 298.
Fig: 299.
Fig: 309.
a
b
g
i
n
l
f
t
s
o
r
q
u
p
c
m
d
e
h
k



Tab. XVIII
:314.
r
t
w
x
p
Fig. 318.
c
d
e
f
l
m
n
a
b
o
Fig: 323.
d o n m l k a
e i h g f c
p
q
r
s
b
l
e
l
v
g
u
Fig: 320.
n m l k d
h g f e
k
r
s

Tab: XIX.

Fig: 327.

Fig: 330.

Fig:

336.

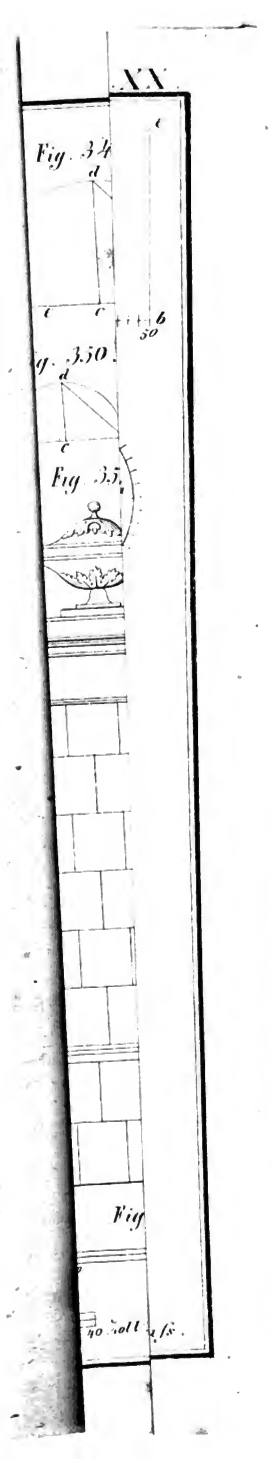
Fig:

Fig: 340.

Fig: 339.

Fig: 344.

342.


XX
Fig. 34
Fig. 35

